ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 FÉVRIER 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le Tome CXLIV (janvier-juin 1907) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

M. A. Calmette fait hommage à l'Académie du troisième Volume de son Ouvrage intitulé : *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout effectuées à l'Institut Pasteur de Lille et à la station expérimentale de la Madeleine*, qu'il a publié en collaboration avec MM. E. Rolants, E. Boullanger, F. Constant et L. Massol.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Lœwy*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. B. Baillaud	obtient.	43	suffrages
M. Pierre Puiseux	»	9	»
M. Maurice Hamy	»	2	»

M. B. **Baillaud**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Notice sur la vie et les travaux de Marcel Bertrand,* par W. Kilian et J. Révil.

2° *Électrométallurgie, voie humide et voie sèche. Phénomènes électrothermiques,* par M. Ad. Minet. (Deuxième édition.)

ASTRONOMIE. — *Résultats des mesures des diamètres de Mercure durant son passage du* 14 *novembre* 1907. Note de M. **Robert Jonckheere**, transmise par M. Wolf.

La Royal Astronomical Society a publié, dans les *Monthly Notices* (Vol. LXVIII, n° 2), les séries complètes de mes mesures.

Les moyennes qui furent télégraphiées à l'Observatoire donnent : pour le diamètre horizontal $8'',73$, pour le diamètre vertical $9'',46$, le grand axe se trouvant, vers le milieu de l'observation, à gauche et à 20° de la verticale; la moyenne générale, comme diamètre de Mercure durant son passage, $9'',10$.

Les valeurs obtenues pour les deux diamètres ont suivi des variations périodiques ne laissant, je crois, aucun doute sur leur différence et confirment entièrement le déplacement du grand axe par suite du mouvement apparent de la planète pendant la durée de l'observation. On peut voir, en se rapportant aux *Monthly Notices,* que les mesures horizontales prises de 11^h à 12^h donnent $8'',63$; de 12^h30^m à 1^h, $8'',84$. Les mesures verticales, de 12^h à 12^h30^m, $9'',65$ et, de 1^h à 1^h25^m, $9'',28$.

D'après ces données, le Tableau ci-dessous doit représenter fidèlement les mesures que devaient obtenir les observateurs qui, comme moi, n'avaient

pas fixé leur micromètre sur des angles déterminés :

Distance du méridien.	Heure correspondante à Paris (14 novembre 1907).	Rapport entre les diamètres.	Valeur déduite pour le passage du 14 novembre 1907. Verticale.	Horizontale.
°	h m		"	"
60	»	0,124	9,16	9,04
50	»	0,372	9,27	8,93
40	»	0,620	9,38	8,82
30	»	0,868	9,49	8,71
20	22.55	1,116	9,60	8,60
10	23.35	0,868	9,49	8,71
0	0.15	0,620	9,38	8,82
10	0.55	0,372	9,27	8,93
20	1.35	0,124	9,16	9,04
30	»	0,372	8,93	9,27
40	»	0,620	8,82	9,38
50	»	0,868	8,71	9,49
60	»	1,116	8,60	9,60

Le Tableau a été construit de 60° de chaque côté du méridien, de façon à pouvoir être utilisé pour tous les passages de novembre. Pour ceux ayant lieu au mois de mai, la déformation est de 20° à l'ouest du méridien ; cette Table devait donc être retournée.

Pour les dernières mesures, on remarque que le diamètre horizontal aurait été le plus grand. Le grand axe de la planète coïnciderait avec l'axe de rotation du Soleil. La différence entre les deux diamètres doit être plus forte que ne l'indiqueraient les moyennes générales, le déplacement du grand axe affaiblit cette différence : c'est pourquoi, pour établir mes rapports, j'ai pris la valeur 1″ au lieu de 0″,73.

Notons que cette déformation fut également visuellement observée par moi avant de connaître le résultat des mesures. M. Amann confirme encore entièrement sa position (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1321). Quant à la valeur de l'aplatissement qu'il en déduit, $\frac{1}{35,7}$, cette faible quantité eût été bien difficilement observable.

Le diamètre moyen 9″,10 semble pouvoir être adopté ; le résultat des mesures publiées à ce jour donne 8″,68, mais la condition, fils noirs sur disque noir, porte à un diamètre trop faible. Je crois que l'erreur ainsi produite est égale à la somme des deux demi-diamètres des fils, ce dont j'ai tenu compte en prenant mes mesures et qui peut expliquer cette différence de 0″,32.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le quatrième trimestre de* 1907. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Les principaux faits qui résultent des 37 jours d'observations de ce trimestre se résument ainsi :

Taches. — Malgré un nombre de groupes moindre que le précédent, la surface tachée a augmenté; on a en effet 47 groupes au lieu de 56, et 6561 millionièmes au lieu de 6013.

On a noté 27 groupes au lieu de 31 dans l'hémisphère austral, et 20 au lieu de 25 dans l'autre hémisphère. Quant à leur surface, elle a diminué de $\frac{1}{10}$ au Sud et augmenté d'environ $\frac{1}{3}$ au Nord.

Un beau groupe a été visible à l'œil nu :

Novembre.............. 15,0 à $+12^{\circ}$ de latitude

Vers la fin du mois de novembre, il n'y avait que de rares et très petites taches, mais le Soleil ne s'en est montré dépourvu aucun jour.

Régions d'activité. — Le mauvais temps a fait manquer l'observation de quelques groupes de facules, et la surface totale des 78 qui ont été enregistrés est de 97,6 millièmes (contre 99 groupes et 108,3 millièmes, précédemment).

Dans leur répartition de part et d'autre de l'équateur, on compte 46 groupes au lieu de 59 au Sud et 32 au lieu de 40 au Nord.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre 1907. — 0,00.			
25- 5	8	1,1		+ 8	46
28- 4	6	1,1	— 9		19
25- 5	8	1,4	—18		54
1	1	2,8	—22		6
1- 5	5	6,5	—13		41
1- 5	5	6,8		+14	10
2-12	6	8,6	— 6		56
10-17	5	12,3	—22		519
10-17	5	15,0	— 7		324
12	1	15,1	—22		29
10-17	5	15,3		+ 7	177
22	1	19,6		+12	20
14-22	4	19,7		+ 5	417
		Octobre (suite.)			
14-22	4	21,1		+ 8	726
22	1	27,7		+ 6	9
22-31	5	28,2	—17		97
31- 4	3	30,5	—18		102
	15 j.		—15°,4	+ 8°,6	
		Novembre. — 0,00.			
27- 7	7	2,0		+ 8	47
2- 7	3	8,4	—12		13
2- 7	3	8,6	—20		75
4- 7	2	9,2	—16		5

Tableau I (suite.) — *Taches.*

Novembre (suite.)

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
4	1	9,3	—10		4
4-15	6	9,5	—13		104
7-15	5	9,6		+10	145
7	1	11,0	— 2		5
13	1	14,7		+12	3
13-19	4	15,0		+12	1347
13-19	4	16,7		+14	33
13-15	3	16,8		+ 8	19
19	1	17,8		+13	30
19	1	20,1	—10		8
19	1	22,8		+ 8	7
29	1	25,1	— 2		4
28	1	26,7	— 3		5
	11 j.		— 9°,8	+10°,5	

Décembre. — 0,00.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
4	1	6,3		+12	2
30-11	5	6,6	—13		172
7-11	3	7,2	—18		40
4- 7	2	8,0	— 7		4
10-16	4	10,6	— 8		25
10	1	10,8		+19	2
7-17	7	11,5		+13	139
7-18	8	12,2		+10	561
10-16	5	13,3		+ 9	58
14-20	6	16,1	—16		600
18-20	3	18,6	—19		16
16-20	5	21,6	— 5		421
19-20*	2	25,1	— 7		15
	11 j.		—11°,6	+12°,6	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1907.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre....	»	»	3	4	3*	10	7	5	2	»	»	»	17	2652
Novembre ..	»	»	»	4	5	9	8	4	4	»	»	»	17	1854
Décembre...	»	»	»	4	4	8	5	2	3	»	»	»	13	2055
Totaux...	»	»	3	12	12	27	20	11	9	»	»	»	47	6561

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1907.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre....	»	1	4	7	5	17	12	9	3	»	»	»	29	34,2
Novembre .	»	»	3	8	4	15	12	7	3	2	»	»	27	37,0
Décembre...	»	»	3	6	5	14	8	1	5	2	»	»	22	26,4
Totaux..	»	1	10	21	14	46	32	17	11	4	»	»	78	97,6

ASTRONOMIE. — *Recherches sur la dispersion de la lumière dans l'espace céleste.* Note de M. Charles Nordmann, présentée par M. H. Poincaré.

La méthode employée pour ces recherches consiste, comme je l'ai exposé (voir ce Volume, p. 266-268), à produire, à l'aide d'un dispositif approprié,

une série d'images monochromatiques d'une étoile variable à courte période et à déterminer photométriquement leurs courbes de lumière respectives, de manière à mettre en évidence, s'il y a lieu, tout décalage relatif de ces courbes.

J'ai utilisé l'appareil construit sur ce principe au cours d'une série d'expériences poursuivies à l'Observatoire de Paris, en Suisse et enfin lors d'une mission récente en Algérie, entreprise dans le but d'opérer dans des conditions atmosphériques moins médiocres que celles de Paris [1].

J'ai étudié particulièrement les étoiles β Persée et λ Taureau, toutes les deux du type Algol à variation rapide, et en utilisant, comme étoiles de comparaison, δ Persée pour la première et γ Taureau pour la seconde, suivant la méthode que j'ai indiquée (voir ce Volume, p. 267).

La discussion provisoire de toutes ces observations paraît conduire dès maintenant aux conclusions suivantes.

En ce qui concerne β Persée :

1° L'amplitude et la forme de la variation lumineuse sont, aux erreurs d'expérience près, identiques pour les diverses régions étudiées du spectre de cette étoile. Je me réserve de développer ultérieurement les conséquences auxquelles conduit ce fait nouveau, relativement à la nature du satellite d'Algol. (J'ai d'ailleurs constaté, au contraire, par l'application de la méthode à des étoiles à variation continue, δ Céphée, β Lyre, que pour celles-ci l'amplitude et la forme de la courbe de lumière varient notablement d'une extrémité à l'autre du spectre visible.)

2° La courbe de lumière de l'image monochromatique formée par les rayons ayant traversé l'écran n° 1 (écran rouge) de mon appareil paraît nettement décalée par rapport à la courbe de l'image formée à travers l'écran n° 3 (écran bleu), de telle sorte que les diverses phases de l'image rouge sont en avance sur celles de l'image bleue. Les phases correspondantes de l'image formée à travers l'écran n° 2 (écran vert) présentent d'ailleurs un décalage intermédiaire.

3° La discussion combinée des observations conduit provisoirement aux valeurs numériques suivantes : les rayons voisins de $\lambda = 0^{\mu},68$ qui nous arrivent d'Algol semblent être en avance d'environ 16 minutes sur les rayons voisins de $\lambda = 0^{\mu},43$, et d'environ 9 minutes sur ceux de la région $\lambda = 0^{\mu},51$. Ces valeurs comportent une erreur probable de l'ordre de ± 3 minutes.

En ce qui concerne λ Taureau :

1° Les observations mettent en évidence que, pour cette étoile comme pour Algol,

---

(1) M. le commandant Guyou a bien voulu mettre à ma disposition un équatorial de 6 pouces de l'Observatoire du Bureau des Longitudes; je le prie de croire à toute ma gratitude.

la variation lumineuse a la même forme et la même amplitude pour les diverses images monochromatiques. Ces courbes présentent d'ailleurs la particularité d'avoir une constance au minimum de plus de 3 heures de durée.

2° Les courbes de lumière de ces images présentent des décalages relatifs dont le sens est le même que pour β Persée, c'est-à-dire qui correspondent à une avance des rayons les moins réfrangibles.

3° La valeur de ce décalage relativement aux images monochromatiques formées respectivement par les écrans n° 1 et n° 3 paraît comprise entre 40 minutes et 1 heure, c'est-à-dire environ trois fois plus considérable que pour β Persée; l'erreur probable est d'ailleurs ici un peu plus forte que pour Algol, par suite notamment du fait que la rapidité de la variation lumineuse de λ Taureau est moindre.

En résumé, *tout se passe comme si les rayons lumineux qui nous viennent des étoiles β Persée et λ Taureau subissaient dans l'espace céleste une dispersion dont le sens est le même que celle des milieux réfringents ordinaires, la valeur de cette dispersion étant d'ailleurs environ le triple pour λ Taureau de ce qu'elle est pour Algol.*

Il est permis d'envisager dès maintenant que, si rien ne vient infirmer ces résultats, le photomètre stellaire hétérochrome que j'ai imaginé pour ces recherches pourra être utilisé dans un domaine nouveau de l'Astronomie stellaire :

1° Cet appareil permettra, semble-t-il, d'obtenir des indications nouvelles sur les parallaxes des étoiles variables. En particulier, si l'on admet que l'espace céleste est homogène, il résulterait dès maintenant de mes expériences que la parallaxe de λ Taureau est environ le tiers de celle de β Persée. Les mesures photographiques de Pritchard assignent d'ailleurs à cette dernière la valeur approchée de 0″,0556. Si cette valeur est exacte, on en déduirait, en la combinant avec mes mesures, que la différence de vitesse dans l'espace entre les deux extrémités du spectre visible est de l'ordre de 150^{m} par seconde.

2° L'appareil permettra également d'aborder l'étude des parallaxes des étoiles fixes, le jour (peut-être encore éloigné) où les astronomes sauront observer les protubérances ou les autres phénomènes accidentels de ces étoiles, ainsi qu'on le fait actuellement pour le Soleil.

3° La comparaison des données obtenues par cette méthode avec celles que fournissent les procédés habituels de mesure des parallaxes pourra apporter quelque lumière sur la question de savoir si l'espace intersidéral est ou non homogène en toutes ses parties, et sur la présence des masses nébuleuses obscures qui peuvent s'y rencontrer.

J'ai appris que M. Tikhof poursuit d'une manière indépendante, à l'Observatoire de Poulkovo, des recherches nouvelles sur la question de la dispersion dans le vide. Il sera intéressant d'en comparer les résultats avec ceux que j'ai moi-même obtenus.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences de courbes planes.* Note de M. C. Popovici.

Je vais exposer dans la présente Note quelques résultats qui feront suite à la Note précédente et aux belles recherches de M. Carrus.

1. *Généralisation des équations linéaires.* — Considérons l'opérateur

$$U(f) = u_1(x_1, \ldots, x_n)\frac{\partial f}{\partial x_1} + \ldots + u_{n-1}(x_1, \ldots, x_n)\frac{\partial f}{\partial x_{n-1}} + \frac{\partial f}{\partial x_n}$$

et l'équation

$$D(I) = U^{n-1}(I) + a_1(x_1, \ldots, x_n)U^{n-2}(I) + \ldots + a_{n-2}(x_1, \ldots, x_n)U(I) = 0;$$

les intégrales de cette équation peuvent se séparer en deux catégories : 1° les intégrales $v_k(x_1, \ldots, x_n)$ qui appartiennent à l'équation $U(v) = 0$; 2° les intégrales I qui n'appartiennent pas à cette équation.

Par rapport à ces dernières, on peut énoncer les deux théorèmes suivants :

1° *Il existe une intégrale* I *telle que, pour* $x_n = x_n^0$, *on ait*

$$I = \varphi_0(x_1, \ldots, x_{n-1}), \quad U(I) = \varphi_1(x_1, \ldots, x_{n-1}), \quad \ldots, \quad U^{n-2}(I) = \varphi_{n-2}(x_1, \ldots, x_{n-1});$$

2° *Entre* $n-1$ *intégrales* I, *il existe toujours une relation de la forme*

$$C_1(v_1, \ldots, v_{n-1})I_1 + \ldots + C_{n-1}(v_1, \ldots, v_{n-1})I_{n-1} + 1 = 0.$$

2. *Recherches des courbes planes appartenant à une congruence.* — Prenons le cas le plus général, où l'on ne connaît pas même la congruence

$$v_k(x_1, \ldots, x_n) = C_k^{te},$$

mais la tangente en chaque point. En d'autres termes, *trouver les intégrales qui représentent des caractéristiques planes d'une équation* $U(f) = 0$ *sans qu'on sache intégrer cette équation.*

Considérons une équation D(I), *les fonctions* $a_1, \ldots, a_{n-2}$ *étant indéterminées.* Substituons $u_1, \ldots, u_{n-2}$ à la place de I. Les équations

$$D(u_1) = 0, \quad \ldots, \quad D(u_{n-2}) = 0$$

vont nous déterminer $a_1, \ldots, a_{n-2}$. Si nous substituons maintenant u_{n-1}, le résultat ne sera plus, en général, nul. On aura

$$D(u_{n-1}) = D(x_1, \ldots, x_n),$$

$$D = \begin{vmatrix} U(u_1) & \ldots & U(u_{n-1}) \\ \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots\ldots \\ U^{n-1}(u_1) & \ldots & U^{n-1}(u_{n-1}) \end{vmatrix}.$$

Prenons comme variables $v_1, \ldots, v_{n-1}$, D. *Pour les points de la surface* $D = 0$, *on aura une relation de la forme*

$$C_1(v_1, \ldots, v_{n-1})u_1 + \ldots + C_{n-1}(v_1, \ldots, v_{n-1})u_{n-1} + 1 = 0, \qquad D = 0.$$

Les trois théorèmes que j'ai énoncés dans la Note précédente résultent de ces deux égalités.

S'il existe des courbes planes parmi les intégrales du système $dx_k = u_k\,dx_n$, *celles-ci se trouvent,* SANS AUCUNE QUADRATURE, *à l'intersection des surfaces*

$$u_1\frac{\partial D}{\partial x_1} + \ldots + u_{n-1}\frac{\partial D}{\partial x_{n-1}} + \frac{\partial D}{\partial x_n} = 0 \qquad (D = 0).$$

Pour qu'il y ait des solutions du problème, il faut que les deux surfaces se coupent. Si la première de ces équations est identiquement satisfaite, la surface $D = 0$ sera le lieu des caractéristiques planes. Si $D \equiv 0$, alors toutes les caractéristiques sont planes et nous avons donné la méthode pour trouver les intégrales. Cette méthode était au fond celle de M. Darboux, généralisée après lui avoir appliqué une légère mais essentielle simplification.

3. *Singularités des courbes planes.* — On peut classifier les congruences de courbes planes d'après l'équation

$$D(I) = U^{n-1}(I) + a_1 U^{n-2}(I) + \ldots = \begin{vmatrix} U(I) & \ldots & U^{n-1}(I) \\ U(u_1) & \ldots & U^{n-1}(u_1) \\ \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots\ldots \\ U(u_{n-2}) & \ldots & U^{n-1}(u_{n-2}) \end{vmatrix} = 0.$$

Les fonctions $a_1, \ldots, a_{n-2}$ étant données d'avance, il existe une infinité de congruences satisfaisant à l'équation caractéristique D ; elles seront données par tous les systèmes d'intégrales $(u_1, \ldots, u_{n-1})$ satisfaisant au système de $n - 1$ équations aux dérivées partielles du $(n - 1)^{\text{ième}}$ ordre

$$D(u_1) = 0, \qquad \ldots, \qquad D(u_{n-1}) = 0.$$

L'intégration de ce système ainsi que l'étude des congruences planes correspondantes donnent naissance à des propositions très intéressantes et à des résultats bien curieux qui, malheureusement, ne peuvent pas être exposés dans le cadre limité d'une Note.

Je tiens à énoncer seulement deux remarques importantes, qui s'appliquent presque dans tous les cas :

1° *Les fonctions* $a_1, \ldots, a_{n-2}$ *n'interviennent pas dans le choix des surfaces de référence (enveloppes des plans des courbes).*

2° *Les fonctions* $a_1, \ldots, a_{n-2}$ *introduisent des singularités dans les congruences de courbes; mais il ne faut pas supposer, comme on serait porté à le faire, que ce sont toujours les singularités des fonctions* a_i *et les seules qui s'introduisent* (par analogie avec les équations linéaires). *Il peut exister des singularités en dehors de celles qui appartiennent aux fonctions* a, *et il peut arriver qu'une singularité d'une fonction* a_k, MÊME D'ORDRE PLUS GRAND QUE k, *ne s'introduise pas dans toutes les congruences correspondantes.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarque sur une Communication de M. Eugenio-Elia Levi.* Note de M. E. **Holmgren.**

Dans les *Comptes rendus* du 27 janvier 1908, p. 167, M. E.-E. Levi écrit au sujet de ma Note dans les *Comptes rendus* du 21 décembre 1907 :

> Dans une récente Communication, M. Holmgren donne un certain nombre de résultats sur l'équation de la chaleur $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{\partial z}{\partial y}$, dont une partie ont une grande ressemblance (même pour la méthode de démonstration que M. Holmgren paraît avoir suivie) avec ceux que j'ai obtenus de mon côté et que j'ai publiés, trois mois avant la Communication de M. Holmgren, dans les *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei.*
>
> C'est pourquoi je demande la permission de rappeler ici les principaux de mes résultats....

Je me permets de remarquer que j'avais, treize mois avant la Communication de M. Levi, donné la démonstration du résultat en question (en employant la méthode à laquelle j'ai fait allusion dans ma Communication) dans une Note (écrite en français) de l'*Arkiv for matematik,* t. III [1] (com-

---

[1] Comme je l'ai dit dans cette Note, le résultat (en ce qui concerne le problème analogue au problème de Dirichlet) est un cas très particulier d'un théorème sur les équations paraboliques aux coefficients variables énoncé (sans démonstration) par M. S. Bernstein (*Comptes rendus,* 16 janvier 1905, p. 137).

muniquée le 12 septembre 1906). J'avais dû rappeler ce résultat dans ma Communication pour faire voir quel chemin j'avais suivi pour démontrer les résultats nouveaux y contenus.

Je remarque aussi que j'avais expressément cité cette Note de l'*Arkiv* dans ma Communication.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités des équations différentielles du premier ordre.* Note de M. **Georges Rémoundos**, présentée par M. E. Picard.

1. On sait que Briot et Bouquet sont arrivés à établir, dans des cas très étendus, une réduction des équations différentielles du premier ordre à des formes simples que l'on peut aisément étudier (*Journal de l'École Polytechnique,* t. XXI, p. 161).

Parmi ces formes il y en a une très intéressante à cause des circonstances particulières qu'elle présente, je veux dire la forme

$$x^2 y' = \alpha y + x B(x) + x B_1(x) y + B_2(x) y^2 + \ldots \qquad (\alpha \neq 0), \tag{1}$$

le second membre étant une fonction holomorphe dans le voisinage des $x = 0$ et $y = 0$ et s'annulant pour ces valeurs des x et y.

Dans son *Traité d'Analyse* (t. III) M. Picard a utilisé un exemple très particulier

$$x^2 y' = \alpha y + b x, \tag{2}$$

pour énoncer l'assertion que les équations différentielles (1) n'admettent pas, en général, une intégrale holomorphe dans le voisinage de $x = 0$ et s'annulant pour $x = 0$. M. Picard s'exprime ainsi : *La singularité $x = 0$ est en général, pour cette équation, une singularité de nature essentielle ; il y aurait là un important et difficile sujet de recherches.*

Parmi les travaux récents relatifs à la question ainsi posée, le plus important est celui de M. Dulac (*Thèse de doctorat,* Paris, 1903); mais M. Dulac s'est attaché à l'étude des intégrales non holomorphes en répétant aussi l'assertion ci-dessus mentionnée.

L'étude de l'équation

$$x^2 y' = \alpha y + x B(x) \qquad [B(x) = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \ldots + b_n x^n + \ldots] \tag{3}$$

a conduit Briot et Bouquet à énoncer le théorème suivant :

Pour que l'équation (3) *admette une intégrale holomorphe dans le voisinage de* $x = 0$ *et s'annulant pour* $x = 0$, *il faut et il suffit que le nombre* α *soit un zéro de la fonction entière* $H(x)$ *donnée par la formule*

$$(4) \qquad H(x) = b_0 + \frac{b_1}{1}x + \frac{b_2}{1.2}x^2 + \frac{b_3}{1.2.3}x^3 + \ldots + \frac{b_n}{1.2.3\ldots n}x^n + \ldots.$$

2. J'ai entrepris des recherches pour obtenir une extension du théorème de Briot et Bouquet au cas général et je suis arrivé aux résultats suivants :

I. *Si nous désignons par*

$$\gamma_1 x + \gamma_2 x^2 + \ldots + \gamma_n x^n + \ldots$$

le développement taylorien qui satisfait formellement à l'équation différentielle (1), *la quantité* $\sqrt[n]{\gamma_n}$ *n'est jamais d'un ordre de grandeur supérieur à celui de la quantité* $\sqrt[n]{(n-1)!} = \sqrt[n]{1.2.3\ldots(n-1)}$; *j'entends par là que le rapport* $\sqrt[n]{\gamma_n} : \sqrt[n]{(n-1)!}$ *ne tend jamais vers l'infini.*

II. *Si nous supposons que les coefficients des séries, qui définissent les fonctions* $B(x)$, $B_1(x)$, $B_2(x)$, ..., *soient réels et négatifs, l'équation* (1) *ne saurait admettre une intégrale holomorphe pour aucune valeur de* α.

La méthode que j'ai utilisée pour démontrer ce théorème met en lumière la cause profonde du fait, d'après lequel le développement taylorien est, en général, divergent, puisque la restriction que ce théorème II comporte ne touche pas le fond du caractère fonctionnel et différentiel des équations les plus générales, que nous considérons ici.

III. Si nous fixons tous les coefficients de l'équation différentielle sauf α, que nous considérons comme un paramètre, nous avons encore le théorème suivant qui complète le théorème II :

Si $B_1(x) = 0$ *et si* $B(x)$ *est un polynome, l'équation différentielle* (1) *ne saurait admettre une intégrale holomorphe dans le voisinage de* $x = 0$ *et s'annulant pour* $x = 0$ *que pour les valeurs de* $u = \frac{1}{\alpha}$ *qui annulent une fonction entière* $g(u)$. *L'ensemble, donc, des valeurs de* u *pour lesquelles il y a une intégrale holomorphe est dénombrable avec un point limite unique à l'infini.*

Il y a là une extension, dans une certaine mesure, du théorème cité de Briot et Bouquet; d'autre part, nos résultats justifient, dans des cas très étendus, l'assertion mentionnée plus haut, qui ne s'appuyait jusqu'ici que sur des exemples très particuliers.

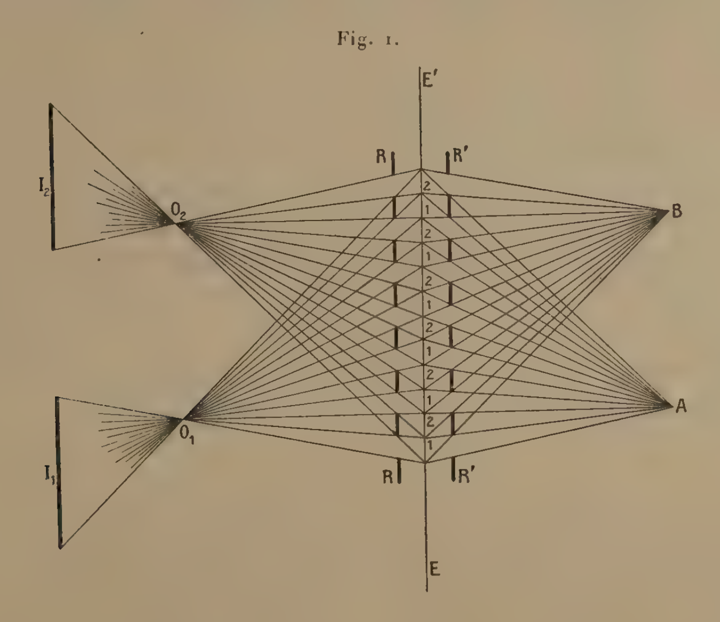
OPTIQUE. — *Images à aspect changeant par l'écran de projection à réseaux lignés.* Note (1) de M. E. **Estanave**, présentée par M. G. Lippmann.

L'écran à réseaux lignés que j'ai fait connaître ici même (2), permettant d'obtenir le relief par la projection des images stéréoscopiques, est susceptible d'une nouvelle application.

Cette application consiste à produire, dans une même région de cet écran, une image qui change d'aspect avec l'angle de vision de l'observateur par rapport à l'écran.

Dans ses parties essentielles, cet écran est constitué de deux réseaux lignés RR, R'R' (*fig.* 1) à lignes parallèles alternativement opaques et transparentes. Ces réseaux

Fig. 1.



sont séparés par une glace dépolie EE'. Ils en sont séparés d'un espace calculé d'après le caractère des réseaux utilisés.

Deux images différentes I_1, I_2 sont projetées à l'aide de deux objectifs O_1, O_2 sur l'écran dont les lignes des réseaux sont supposées horizontales, c'est-à-dire perpendiculaires à la direction O_1O_2. Les objectifs sont suffisamment rapprochés pour donner

(1) Présentée dans la séance du 17 février 1908.

(2) *Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 644.

sur l'écran deux images qui empiètent l'une sur l'autre ou mieux se superposent sensiblement dans une même région.

L'image de I_1 se produit sur la glace dépolie EE' en une image incomplète formée de lignes-images notées 1, 1, 1, ... enchevêtrées et alternées avec les lignes-images notées 2, 2, 2, ... provenant de l'image de I_2. Les conditions sont réalisées pour que les bandes 1, 1, 1, ... n'empiètent pas sur les bandes 2, 2, 2, ...

D'après cela, un observateur, dont la ligne des yeux est sensiblement parallèle aux lignes des réseaux, verra à travers les espaces clairs du réseau R'R' les lignes-images notées 1, 1, 1, ... ou les lignes-images notées 2, 2, 2, ... suivant qu'il occupera la position A ou la position B.

Autrement dit, suivant que l'angle de vision de l'observateur par rapport à l'écran aura changé, il verra soit l'image de I_1, soit l'image de I_2. Grâce à la finesse des traits des réseaux, les lignes-images qui constituent les images de l'écran sont suffisamment voisines pour que ces images incomplètes paraissent continues.

On peut obtenir le même résultat en laissant l'observateur fixe et en faisant pivoter légèrement l'écran autour d'un axe horizontal.

Le procédé indiqué dans une Note précédente, pour obtenir un stéréogramme-parallaxe, en partant d'un couple stéréoscopique ordinaire, permet aussi d'obtenir une diapositive à image composite qui, observée à travers un réseau ligné à lignes horizontales, offre une image à aspect changeant, c'est-à-dire présente le phénomène qu'on perçoit sur l'écran. Le mode opératoire est le même; il suffit toutefois de remplacer les deux images stéréoscopiques par les deux dessins ou objets dont les images doivent constituer les deux aspects de l'image changeante.

PHYSIQUE. — *Influence de la lumière solaire sur le dégagement et sur l'orientation des molécules gazeuses en dissolution dans l'eau de mer.* Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Lippmann.

En poursuivant mes expériences sur le rôle des pigments chez les animaux et les végétaux marins, j'ai constaté un phénomène, d'ordre purement physique, qui me paraît mériter d'être signalé, s'il ne l'a été déjà.

En plongeant des tubes à essais ordinaires contenant des solutions colorées différemment dans de l'eau de mer, on voit, après une exposition au soleil de 45 minutes à 1 heure, quelquefois plus tôt, se déposer des bulles gazeuses sur la paroi externe des tubes, où elles restent pendant

longtemps assez fortement adhérentes. Le phénomène se produit aussi dans l'eau douce.

Mais ce qui m'a frappé, ainsi que les personnes qui assistaient à mes expériences, c'est que les tubes renfermant des solutions vertes se couvraient de fines bulles gazeuses plus vite et en beaucoup plus grande abondance que les autres. Sur la paroi externe, et même sur la paroi interne des tubes verts, les bulles étaient si nombreuses qu'elles se touchaient et qu'il en résultait un dégagement *simulant* celui qui se fait à la surface d'algues vertes plongées dans l'eau et exposées au soleil.

L'expérience peut être disposée de la façon suivante pour que les conditions de milieu soient identiques dans tous les récipients colorés diversement :

Dans une cuve de verre à faces parallèles remplie d'eau, on introduit des éprouvettes renfermant des solutions colorées. Ces éprouvettes sont semblables et placées à des distances égales dans l'ordre suivant, de gauche à droite : rouge, jaune, vert, bleu.

Dans l'expérience n° 1, la substance verte était de la chlorophylle d'algues marines en dissolution dans l'alcool.

Dans l'expérience n° 2, on a employé une solution de chlorure de nickel et enfin, dans une troisième, une solution de vert Lumière.

Le contenu des autres tubes était coloré par la coccinine, l'orange *g*, le carmin d'indigo, le bleu de méthylène, le violet de gentiane, etc., en solution dans l'eau.

La paroi antérieure de la cuve était exposée de manière que les tubes fussent tous frappés directement par la lumière solaire traversant l'eau dans laquelle ils baignaient jusqu'à leur partie supérieure.

Pendant les expériences, la température de la cuve s'est élevée de 10° à 18° en moyenne.

La photographie n° 1, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, montre que les bulles appliquées sur la paroi du tube vert sont infiniment plus nombreuses que celles qui se trouvent sur le tube voisin renfermant du jaune : en outre, la position occupée n'est pas la même. A la surface de l'éprouvette rouge, on ne distingue que deux bulles; sur la bleue, il y en avait davantage que sur la rouge et la jaune, mais elles étaient disséminées sur toute la surface et avaient un diamètre plus grand.

Dans l'expérience n° 2, l'apparition des bulles sur la paroi du tube vert est plus démonstrative encore, ainsi que le montre la photographie.

Il s'est bien déposé quelques bulles sur la paroi de la cuve à faces parallèles, mais elles étaient relativement rares et disséminées sans ordre.

Étant donnée la composition des gaz dissous dans l'eau, les bulles gazeuses ainsi dégagées sont forcément très riches en oxygène.

D'après diverses expériences, que M. Lippmann a eu la bienveillance de me suggérer, il semble bien que ce dégagement gazeux localisé sur les tubes verts soit dû à l'absorption élective des radiations calorifiques et non à un phénomène d'adsorption.

Pourtant, en substituant à l'eau simplement aérée de l'eau chargée d'acide carbonique, il s'est bien dégagé, au soleil, des bulles gazeuses, mais elles ne se sont pas accumulées sur le tube vert.

En tous cas, le dégagement gazeux sur les parois des tubes verts produit nécessairement un appel de l'oxygène vers celles-ci. On est en droit de penser, croyons-nous, que le dégagement est de nature à exercer une action sur le rôle physiologique des pigments colorés des organismes et sur les phénomènes de respiration tégumentaire qui s'y rattachent, par exemple, dans le cas de *Bonellia viridis* exposées aux radiations solaires, dont j'ai parlé autre part ([1]).

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les courbes de radioactivité induite obtenues par MM. Sarazin et Tommasina*. Note de M. **J. Danne**, présentée par M. Lippmann.

Dans un récent travail ([2]) MM. Sarazin et Tommasina ont étudié la loi de désactivation de corps activés par l'émanation du radium.

Les corps employés sont des fils métalliques nus ou recouverts d'un isolant tel que le caoutchouc ou la paraffine. On les active sous potentiel positif ou négatif. Le fil activé, enroulé en spirale, est disposé à une certaine distance du cylindre isolé d'un électroscope d'Elster et Geitel. On peut interposer des écrans en toile métallique entre le cylindre et le fil activé. Les mesures sont faites en donnant alternativement à l'électroscope une charge positive et une charge négative. Si l'on représente graphiquement les résultats en portant en abscisses les temps et en ordonnées les logarithmes du courant mesuré à l'électroscope, on constate que la courbe reliant les points obtenus avec une charge positive n'est pas la même que celle obtenue avec une charge négative. La valeur du courant est plus grande pour une charge d'un signe donné de l'électroscope que pour une charge de signe contraire.

Le fait de charger positivement ou négativement l'électroscope ne peut modifier, en aucune façon, la loi de désactivation des corps activés ; il faut donc rechercher l'explication de ces expériences dans d'autres phénomènes.

J'ai entrepris, au laboratoire de Mme Curie, quelques expériences dont

---

([1]) Sur l'action de la lumière sur le pigment vert fluorescent de *Bonellia viridis* et sur l'émission de pigment par certains vers marins exposés à la lumière solaire (*Bull. Soc. de Biol.*, t. LXII, p. 654).

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 420 et 480; *Arch. des Sc. phys. et nat.*, novembre 1907.

les résultats prouvent que les phénomènes observés par MM. Sarazin et Tommasina peuvent facilement s'expliquer en considérant la distribution du champ dans les différentes parties de l'appareil de mesure.

Cas des corps recouverts d'un diélectrique. — J'ai répété, dans des conditions un peu différentes, les expériences de MM. Sarazin et Tommasina ([1]). Les résultats obtenus sont conformes à ceux de ces auteurs. Ils peuvent s'expliquer de la façon suivante : pendant l'activation, l'émanation crée dans le gaz des ions des deux signes. Si l'on porte le fil à un haut potentiel, le champ qui en résulte entraîne les ions d'un signe sur le diélectrique. Pendant la désactivation, les charges accumulées peuvent se libérer sous l'influence d'un champ de sens inverse au champ établi pendant l'activation; elles contribuent alors à accroître le courant. Un champ de même sens que le champ établi pendant l'activation tend à être annulé par les charges réparties sur le diélectrique. L'expérience suivante confirme cette manière de voir.

Une lame de cuivre recouverte d'une mince couche de paraffine, portée à un potentiel négatif de 900 volts, est placée à une petite distance d'une lame de polonium en communication avec le sol. Trois heures après, on constate que la lame est chargée positivement. Sous l'influence du champ, les ions positifs se sont fixés sur la paraffine. Si la lame est placée dans un condensateur à plateaux avec un champ de sens inverse au premier, elle abandonne peu à peu ses charges. Le départ des charges se traduit dans le condensateur par la production d'un courant qui va constamment en diminuant.

Il résulte de cette expérience que, pour un sens déterminé du champ, la disparition des charges simule un phénomène de radioactivité induite. Cependant, il y a une différence fondamentale entre les deux phénomènes. La radioactivité induite est caractérisée par une loi de désactivation invariable, identique pour les deux sens du champ. La décharge d'un diélectrique chargé est essentiellement variable avec les conditions extérieures; en outre, la décharge n'a lieu que pour un sens déterminé du champ.

Dans le cas des corps activés, un seul sens du champ favorise le départ des charges et c'est pour ce sens que le courant est maximum. Pour un champ de sens inverse, le courant est très faible au début; en effet, non seulement les charges réparties sur le diélectrique ne peuvent quitter le diélectrique, mais de plus elles tendent à annuler le champ dans le conden-

---

([1]) Le détail des expériences et leur représentation graphique seront publiés dans *Le Radium*.

sateur. A mesure que les charges disparaissent, le courant augmente de valeur jusqu'à ce que toutes les charges soient dissipées; à ce moment, la courbe rejoint et se superpose à la courbe obtenue par le champ de sens inverse.

Une longue activation et un potentiel élevé sont des conditions avantageuses pour obtenir deux branches nettement séparées.

Cas des toiles métalliques. — Les phénomènes observés dans ces conditions sont attribuables à un entraînement des ions d'un signe au travers des mailles de la toile métallique. L'excès des ions d'un signe dans l'espace compris entre la toile métallique et le plateau supérieur du condensateur en communication avec l'électromètre est la cause de la dissymétrie du courant dans cet espace.

L'entraînement des ions est provoqué par un champ local résultant d'une force électromotrice de contact entre la substance active et la toile métallique. La grandeur et la direction du champ local et par suite le signe des ions entraînés vers la toile dépendent de la grandeur et du sens de la force électromotrice de contact.

Si l'on applique entre la toile métallique et la substance active une force électromotrice égale ou supérieure et de sens inverse à la force électromotrice de contact, on supprime la dissymétrie des courants.

Ces résultats permettent d'expliquer les observations relatives à la loi de désactivation d'une lame activée lorsqu'on mesure la valeur du courant au travers d'une toile métallique. Supposons que la lame activée soit en cuivre, qu'elle soit placée à une certaine distance d'une toile métallique en fil de fer galvanisé, et qu'on mesure le courant entre la toile métallique et le plateau supérieur d'un condensateur en communication avec l'électromètre. La force électromotrice de contact entre cuivre et zinc produit un champ dirigé du zinc au cuivre, les ions positifs compris dans ce volume se dirigent vers le zinc; si le champ extérieur entre la toile et le plateau supérieur est de même sens que le champ local, les ions positifs peuvent pénétrer au delà de la toile, ils sont alors recueillis par l'électromètre et contribuent à augmenter le courant. Si le champ est de sens inverse, les ions positifs sont arrêtés par la toile métallique.

La loi de désactivation est la même pour les deux sens du champ, lorsqu'on mesure l'intensité du rayonnement au travers d'une toile métallique, à condition toutefois d'établir entre la toile et la lame activée un champ de sens inverse au champ dû à la force électromotrice de contact.

MM. Sarazin et Tommasina ont indiqué différents résultats obtenus en

utilisant des corps recouverts d'un diélectrique, activés sous charge positive ou négative, dont ils étudiaient la loi de désactivation au travers de toiles métalliques. Les phénomènes observés s'interprètent facilement au moyen des résultats précédents.

ÉLECTRICITÉ. — *Fonctionnement du détecteur électrolytique; influence de la température.* Note de M. **Henri Abraham**, présentée par M. J. Violle.

L'électrode sensible du détecteur électrolytique Ferrié est, comme on sait, constituée par une pointe de platine très fine plongeant dans une solution d'acide sulfurique; l'autre électrode est à large surface. Un transformateur reçoit les ondes de l'antenne et élève leur potentiel. Le détecteur est placé dans le circuit secondaire, qui contient aussi un condensateur réglé de façon à accorder les oscillations de ce circuit sur celles des ondes que l'on reçoit.

Ce détecteur est polarisé en permanence par un circuit auxiliaire, la pointe étant positive, et l'on règle la polarisation, au voisinage de 2 ou 3 volts, vers la limite indécise de l'électrolyse franche, à partir de laquelle la polarisation ne peut plus être augmentée qu'avec un courant permanent d'intensité beaucoup plus grande. Un téléphone est interposé dans le circuit polariseur, et l'on entend un son au passage de chaque train d'ondes.

Le mode d'action des ondes paraît être celui-ci, au moins pour les ondes faibles :

La self-induction du téléphone tend à s'opposer au passage des oscillations, et, pendant toute leur durée, si elle est très brève, le circuit du téléphone peut n'être que fort peu influencé : les oscillations agissent surtout sur la dérivation sans self-induction qui contient le détecteur.

Les demi-oscillations négatives, qui tendraient à diminuer la polarisation, agissent peu sur le courant qui traverse le détecteur. Pendant les premières demi-oscillations positives, au contraire, *la polarisation de la pointe est accrue,* et le courant augmente notablement. Mais *le supplément de courant n'est pas alimenté par le circuit polariseur, il est fourni par le circuit oscillant.* Le condensateur, qui était chargé positivement, et qui a fourni du courant positif, doit donc être partiellement déchargé. On peut dire aussi qu'il a pris une charge négative supplémentaire.

Pendant que le train d'ondes achève de passer, cette charge négative se partage entre le condensateur et le détecteur, qui fonctionne maintenant comme capacité électrolytique, et la polarisation est, en définitive, diminuée.

Le circuit polariseur est alors obligé de fournir rapidement la quantité d'élec-

tricité nécessaire pour recharger le détecteur et le condensateur au voltage normal, et c'est ce courant de recharge que l'on entend au téléphone.

Il résulterait de cette manière de voir qu'un détecteur pourrait être à peu près caractérisé par deux quantités :

1° sa capacité de polarisation au voisinage du voltage normal ;

2° sa résistance ohmique intérieure, en série avec la capacité.

Ces deux éléments ont pu être déterminés, pour des forces électromotrices alternatives voisines du centième de volt, avec une fréquence de 500 périodes par seconde, au moyen de notre galvanomètre à courants aternatifs, muni des dispositifs décrits dans une précédente Communication faite en commun avec M. Devaux-Charbonnel [1].

Voici quelques résultats de cette étude :

Des détecteurs de différentes fabrications, mais de sensibilités comparables, sont étudiés au voisinage immédiat de leur polarisation normale, avec des forces électromotrices alternatives de l'ordre du centième de volt. Ils se comportent vis-à-vis de ces forces électromotrices comme le ferait une capacité de *quelques centièmes de microfarad* en série avec une résistance de *plusieurs milliers d'ohms*.

Sans polarisation, la résistance reste à peu près la même, tandis que la capacité diminue notablement.

Des détecteurs à gros fil ont une capacité plus grande et une résistance plus faible. La variation de ces quantités est un peu moins rapide que la variation de surface de l'électrode sensible.

Influence de la température. — Des détecteurs ont été chauffés à 120°. Leur capacité a augmenté jusque vers $\frac{1}{2}$ microfarad ; *mais leur augmentation de capacité ne nuit pas à la sensibilité des détecteurs* [2].

La résistance a, par contre, beaucoup diminué, comme on devait s'y attendre. Elle est tombée à quelques centaines d'ohms.

Grâce à la très aimable collaboration de M. le capitaine Ferrié, les détecteurs chauffés à 120° ont pu être essayés au poste de télégraphie sans fil de la tour Eiffel.

Nous avons alors constaté que, à sensibilité égale, leur faible résistance intérieure permet d'obtenir un accord plus étroit de la résonance, une syntonie plus parfaite, ce qui peut présenter, pour certaines transmissions, un avantage assez sérieux.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1209.

(2) Voir, notamment, sur ce sujet, le travail récent de M. C. Tissot (*Journal de Physique*, 1908, p. 46).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les poids atomiques de l'azote, de l'oxygène et du carbone.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Le Comité international des Poids atomiques vient d'abaisser enfin le poids atomique de l'azote à 14,01, pour O = 16, au lieu de 14,044 admis antérieurement d'après Stas.

J'ai montré dès 1897 que, si l'on admet pour le carbone C = 12,004, le poids atomique de l'azote est 14,005, et l'erreur sur ce nombre ne me paraît pas devoir dépasser deux unités sur la dernière décimale. Mais on s'était refusé à l'adopter parce qu'il était obtenu par une méthode purement physique. C'est seulement depuis que M. Guye a trouvé par des méthodes chimiques, moins précises d'ailleurs, des nombres à peu près concordants dont la moyenne était légèrement inférieure à 14,01 que la Commission s'est décidée à apporter au nombre de Stas les $\frac{7}{8}$ de la correction que j'avais proposée.

Voyons maintenant la valeur qui en découle pour le poids atomique du carbone.

Le rapport ρ des volumes moléculaires de l'oxyde de carbone et de l'azote dans les conditions normales est compris entre 0,9999 et 1. Le rapport des densités de ces deux gaz est, d'après mes déterminations,

$$\delta = \frac{0,96702}{0,96717} = 0,99985.$$

Lord Rayleigh a trouvé un nombre pratiquement identique : 0,99979.

Le poids moléculaire de l'oxyde de carbone est donc

$$CO = 2\,Az \times \rho \times \delta,$$

compris entre

$$28,02 \times 0,99985 = 28,016$$

et

$$28,02 \times 0,9999 \times 0,99979 = 28,011.$$

On en déduit que le poids atomique du carbone est compris entre 12,011 et 12,16, au lieu de 12,004 admis dans mon travail, d'après Stas et Van der Plaat.

Cet écart semble-t-il compatible avec la précision des déterminations de ces savants? Dans le cas de l'affirmative, il serait préférable d'admettre pour

le carbone le nombre entier 12,000. On en déduirait pour le poids atomique de l'azote un nombre compris entre 14,002 et 14,004, dont l'excès sur le nombre entier 14 est trop faible pour qu'on puisse affirmer son existence.

En ce qui me concerne, je n'ai pas cru jusqu'ici devoir me ranger à cet avis.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxybromure de phosphore.* Note de M. E. **Berger**, présentée par M. G. Lemoine.

Le seul procédé connu de préparation de l'oxybromure de phosphore consiste à hydrater partiellement le pentabromure en le distillant, soit avec de l'acide oxalique desséché, soit avec de l'acide acétique. Entre autres inconvénients, ce procédé a celui de perdre 2^{at} de brome du pentabromure à l'état d'acide bromhydrique.

I. J'ai réussi à préparer avantageusement l'oxybromure de phosphore en faisant agir l'anhydride phosphorique sur le pentabromure

$$3PBr^5 + P^2O^5 = 5POBr^3.$$

Dans la cornue d'un appareil distillatoire on mélange les deux corps, l'anhydride phosphorique en léger excès. On chauffe jusqu'à apparition de vapeurs de brome provenant d'un commencement de dissociation du pentabromure. La masse se liquéfie peu à peu : au bout de 4 à 5 heures la réaction est terminée et l'on distille.

On rectifie le produit brut sur un peu d'anhydride phosphorique et l'on recueille ce qui passe vers 190°. Le rendement atteint 85 pour 100.

Les cristaux orangés obtenus sont placés dans la douille d'un entonnoir et lavés avec de l'éther bien anhydre et exempt d'alcool; puis on les écrase entre deux plaques poreuses. Cette opération est faite par une journée de froid sec, de façon à éviter l'altération des cristaux par l'humidité. Elle a pour but de débarrasser complètement le produit de pentabromure, résultat que des distillations répétées ne permettent pas d'obtenir.

II. Les cristaux ainsi purifiés et conservés en tube scellé sont parfaitement incolores. Ils fondent à 55°-56°; le point d'ébullition sous 774^{mm} est 189°,5. L'analyse a donné pour 100 : 83,2 de brome et 10,85 de phosphore (théorie 83,61 et 10,8). La densité de vapeur, prise avec l'appareil de Meyer dans le benzoate d'amyle (233°), a été trouvée normale : 10,11. Calculée : 9,94.

III. J'ai déterminé la chaleur de formation de l'oxybromure de phosphore en effectuant sa décomposition par l'eau. Deux déterminations très concor-

dantes m'ont donné

$$POBr^3 + 3H^2O = PO^4H^3 + 3HBr + 75900^{cal}\ (^1).$$

En se servant des données de Berthelot (*Thermochimie*, t. II, 1897, p. 45, 53, 114, 143), on trouve

$$P\ sol + O + Br^3\ gaz = POBr^3\ sol + 120750^{cal},$$
$$P\ sol + O + Br^3\ liq = POBr^3\ sol + 109650^{cal},$$
$$PBr^3\ liq + O = POBr^3\ sol + 64850^{cal}.$$

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur les causes essentiellement chimiques de la transformation allotropique du phosphore blanc dissous dans l'essence de térébenthine.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

J'ai montré que le phosphore blanc dissous dans l'essence de térébenthine rectifiée se transforme en phosphore rouge à la température de 250° à 300° (*Comptes rendus*, 1908, p. 71). La cause de cette transformation irréversible pouvait être l'état d'équilibre instable qu'on attribue au phosphore blanc et qui est maintenu par une sorte de viscosité, par un frottement chimique, que la chaleur fait cesser. C'est du moins ce que j'avais pensé tout d'abord; mais les particularités du phénomène que j'ai étudié sont en désaccord avec l'hypothèse d'un frottement.

J'ai dit, en effet, que lorsqu'on atteint la température de 250° suffisante pour faire cesser le frottement, il faut attendre 50 heures avant de constater la moindre transformation, et qu'ensuite le dépôt apparaît, s'accentuant rapidement, vers la cinquante-cinquième heure. Si l'on élève la température à 280°, malgré l'atténuation plus considérable du frottement, le dépôt n'apparaît pas encore au bout de 4 heures; il ne se précipite que vers la cinquième heure.

Cette allure n'a rien de commun avec les effets du frottement. Dès que le frottement est vaincu, le mobile se met en marche immédiatement; et si, au lieu d'un mobile, on est en présence de molécules, l'effet est d'autant plus apparent que les molécules

---

(1) M. Ogier (*Comptes rendus*, t. XCII, 1881, p. 85) avait trouvé pour cette détermination 79700^{cal}. Je pense que cette différence provient de ce que son produit contenait un peu de pentabromure, qui, à poids égal, a une chaleur d'hydratation plus considérable.

en mouvement (en voie de transformation) sont plus nombreuses; de sorte que c'est au début du chauffage, et non 50 heures plus tard, que l'action doit surtout se manifester. Il convient donc de chercher, en dehors de la mécanique du frottement, les causes de la métamorphose du phosphore blanc dissous.

Elles tiennent plutôt soit à un état intermédiaire du phosphore, soit à la formation d'autres corps transitoires qui s'accumulent dans les tubes à la suite d'une lente réaction du phosphore dissous sur le solvant. En effet, à l'ouverture des tubes, j'ai toujours constaté la présence simultanée d'hydrogène et de phosphure gazeux PH^3 en faible quantité; et la formation de ces gaz, du dernier surtout, m'a paru étroitement liée à celle du phosphore rouge. On peut admettre que PH^3 se dédouble en phosphore rouge avec dégagement d'hydrogène naissant qui régénère le gaz primitif au contact du phosphore dissous ([1]); peut-être encore se fait-il du phosphore solide qui à 250° se scinde en phosphore rouge et phosphure gazeux.

Pour constater ce rôle actif des composés phosphorés, j'ai rempli de gaz PH^3 un tube effilé aux deux bouts dans lequel j'ai ensuite aspiré une solution térébenthinique de phosphore à 2 pour 100. Après l'avoir scellé à la lampe, je l'ai chauffé à 240° au sein de la solution initiale à 2 pour 100. Au bout de 4 heures, le tube phosphoré intérieur a donné un abondant dépôt rouge, tandis que la solution extérieure est restée limpide après 12 heures, même à 250°. En variant la dose de phosphure PH^3, j'ai pu obtenir en 3 heures un dépôt rouge à la température de 230°, relativement basse.

L'hydrogène pur et sec joue un rôle moins actif que PH^3.

Le phosphore rouge, préparé en dehors de ces gaz, a toujours une odeur sensible et une densité trop faible ([2]). J'ai supposé qu'il devait retenir un des états transitoires par lesquels le phosphore blanc passe pour arriver à la variété rouge, et, pour m'en assurer, j'ai chauffé le corps sec dans le vide. A mesure que la distillation se fait, il se dégage un gaz phosphoré très odorant dont le volume ne dépasse pas celui du solide générateur; en même temps il se dépose, à la partie supérieure de la trompe à mercure, une poussière jaune qui rappelle le phosphure solide P^2H. C'est bien là ce que j'avais

---

([1]) Cette réaction, comme la suivante, est classique.

([2]) Les changements de nuances et les variations de densités constatés par MM. Troost et Hautefeuille se retrouvent sur le phosphore rouge formé au sein du térébenthène. Sur un échantillon préparé entre 250° et 260°, j'ai trouvé après des lavages nombreux et variés une densité de 2,095. La faiblesse de ce nombre, inférieur à la densité normale, est ici certainement due à une cause analogue à celle qu'a signalée M. Le Chatelier à propos du graphite, comme le démontre l'effet du vide.

prévu, et l'on voit que le changement d'état allotropique du phosphore dissous, loin d'être dû à une simple condensation moléculaire, apparaît plutôt comme la résultante d'une succession d'actions chimiques formant un cycle fermé.

Cette conclusion entraîne des conséquences qu'une explication mécanique ne laisse pas prévoir. Si j'empêche ou si j'atténue la formation des composés hydrogénés nécessaires au mécanisme de la transformation, celle-ci ne se fera plus ou sera très ralentie. C'est effectivement ce qui arrive quand on dirige sur l'oxygène la faculté réductrice du phosphore en le mettant en contact avec un solvant oxygéné. J'ai réussi à maintenir pendant 25 heures ([1]), à 305°-310°, un poids de $0^g,9$ de phosphore blanc, sans constater trace de phosphore rouge au sein du liquide, et à recueillir $0^g,3$ de phosphore blanc inaltéré, déposé par refroidissement, en prenant pour dissolvant le benzoate d'éthyle.

En résumé, ce cas si simple de transformation irréversible ne se rattache pas à la mécanique du frottement, comme on le croirait à première vue, mais il relève de phénomènes chimiques à cycle fermé où la qualité du solvant domine l'effet, pourtant si actif, de la température.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une modification isomérique de l'acide hypovanadique hydraté.* Note de M. **Gustave Gain**, présentée par M. Alfred Ditte.

Dans une précédente Communication ([2]) j'ai indiqué l'existence et la préparation de l'acide hypovanadique hydraté cristallisé $V^2O^4, 2H^2O$. Cet acide possède une belle couleur *rose lie de vin*.

J'avais été frappé de ce fait que, conservé à l'abri de l'humidité de l'air, il perdait au bout de quelques jours sa belle couleur rose pour prendre définitivement une teinte *vert olive*.

Je pensai d'abord que ce changement de teinte était dû à une hydratation, mais le phénomène se reproduisit encore sur la matière bien desséchée et conservée en tube scellé. L'altération se produisait en un point quelconque

---

([1]) Il faut ouvrir plusieurs fois les tubes pour diminuer la pression. Je reviendrai sur ce point.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 823.

de la masse et se poursuivait graduellement jusqu'à transformation complète.

Dans ce cas, il était difficile d'admettre qu'une hydratation quelconque ait pu se produire; il fallait donc chercher ailleurs la cause de cette transformation; les différentes expériences et mesures que j'ai faites m'ont permis de conclure que *l'hydrate, sous sa forme verte, n'était autre qu'une modification isomérique de l'hydrate sous sa forme rose.*

Je m'assurai d'abord de la composition de cette forme verte; l'analyse m'a montré qu'elle était rigoureusement la même que celle de la forme rose et qu'elle répondait, par conséquent, à la même formule $V^2O^4, 2H^2O$:

	Forme verte.		Forme rose.		Calculé pour
	Analyse I.	Analyse II.	Analyse I.	Analyse II.	$V^2O^4, 2H^2O$.
V^2O^4........	82,45	82,75	82,33	81,98	82,17
H^2O.........	17,54	17,24	17,66	18,02	17,84

Des mêmes poids d'hydrate rose et d'hydrate vert, placés comparativement d'abord dans l'air sec et ensuite dans l'air ordinaire, ont été mis en observation pendant plusieurs mois et pesés régulièrement toutes les semaines; dans les deux cas, aucune variation de poids ne fut relevée.

Chacune des formes soumise à l'action de la chaleur abandonne une première molécule d'eau vers 140° à 150°, pour se transformer en une matière noir bleuâtre, qui est du tétroxyde de vanadium monohydraté $V^2O^4.H^2O$.

		Trouvé.	
	Calculé.	Forme rose.	Forme verte.
V^2O^4..........	90,21	89,65	89,83
H^2O...........	9,78	10,34	10,16
	99,99	99,99	99,99

Sous l'action d'un courant d'hydrogène vers 200° à 250°, la deuxième molécule d'eau disparaît et il reste, dans les deux cas, une poudre noire insoluble dans l'eau, très peu soluble dans les divers acides, même bouillants, qui n'est autre que le tétroxyde de vanadium anhydre V^2O^4.

Les déterminations thermochimiques m'ont, elles aussi, donné d'intéressants résultats; car il était naturel de penser, comme l'avait fait M. Recoura à propos de ses remarquables travaux sur le sesquioxyde de chrome, que, si la forme verte était une transformation isomérique de la forme rose, cette

transformation devait être accompagnée d'un mouvement thermique dans un sens ou dans l'autre.

Pour faire ces mesures, j'ai dissous successivement dans le calorimètre un même poids d'hydrate rose et d'hydrate vert dans un même poids d'acide sulfurique.

Les conditions les plus favorables pour l'expérience étaient celles qui correspondaient à 2^{mol} SO^4H^2 pour 1^{mol} de tétroxyde.

J'ai ainsi trouvé que l'hydrate rose, en se combinant à 2^{mol} SO^4H^2 pour former le sulfate $2SO^3V^2O^4$, dégageait $12^{Cal},62$ et que l'hydrate vert dans les mêmes conditions dégageait seulement $10^{Cal},89$.

Toutefois, la différence entre ces deux nombres ne représente pas rigoureusement la quantité de chaleur qui accompagne la transformation, car l'état final n'est pas le même. En effet, l'hydrate *rose* donne une dissolution *bleu d'azur* et l'hydrate *vert olive* une dissolution *verte*, rappelant comme couleur celle de certains sels de nickel.

De ces premières mesures nous tirons cette conclusion intéressante : que la transformation isomérique se poursuit et persiste jusque dans les sels qui proviennent de l'une ou l'autre forme.

Cependant, nous allons voir qu'il est possible d'atteindre un même état final.

Si dans les deux sulfates en dissolution on ajoute la quantité théorique de potasse nécessaire pour saturer exactement l'acide sulfurique contenu dans la liqueur, on arrive, au bout d'un temps plus ou moins long, à un même état final, qui se traduit par la décoloration complète des deux liqueurs avec production intermédiaire, d'hypovanadate de potasse.

Le même résultat est atteint en 3 ou 4 minutes, si au lieu d'ajouter la quantité théorique de potasse on en ajoute le double. Les liqueurs finales sont limpides et incolores, et il n'est plus possible de distinguer l'une de l'autre par une particularité quelconque. Les diverses réactions tant au point de vue thermochimique qu'au point de vue coloration ou autres, essayées sur chacune, se produisent rigoureusement de la même façon, avec un parallélisme frappant; le même état final est atteint, la molécule est redevenue identique à elle-même.

Voici maintenant les divers résultats obtenus :

La quantité de chaleur provenant de la combinaison du sulfate bleu avec la potasse, dans les proportions indiquées ci-dessus, est de $16^{Cal},92$; celle correspondant au sulfate vert avec la même quantité de potasse est de $18^{Cal},56$; la transformation isomérique elle-même est donc accompagnée d'un dégagement de chaleur de $1^{Cal},64$, et nous pouvons conclure que l'acide hypovanadique, sous sa forme instable rose, dégage, pour se transformer sous sa forme stable verte, une quantité de chaleur égale à $1^{Cal},64$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le lutécium et le néoytterbium.* Note de M. G. **Urbain**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à la séance du 4 novembre 1907 à l'Académie, j'ai montré que l'ytterbium de Marignac était un mélange de deux éléments que j'ai définis nettement par un ensemble de caractères spectraux et par des valeurs approximatives de leurs poids atomiques. J'ai donné à l'élément de poids atomique voisin de 174 le nom de *lutécium* et le nom de *néoytterbium* à l'élément de poids atomique plus faible. En conservant dans cette dernière dénomination le terme d'ytterbium, je laissais à Marignac le bénéfice de sa découverte fondamentale.

Je donnerai dans cette Note quelques détails qui n'ont pu figurer, malgré leur importance, dans ma première Communication nécessairement très résumée.

Ces recherches sur l'ytterbium remontent à l'année 1904, époque à laquelle j'ai commencé les traitements des terres du xénotime d'où j'ai extrait l'ytterbine comme matière première. Les premiers traitements ont servi à éliminer les terres du groupe cérique, le gadolinium, le terbium, le dysprosium et le holmium. J'y suis parvenu par la cristallisation fractionnée des éthylsulfates. Les dernières eaux mères ne renferment que de l'yttrium, de l'erbium, du thulium et les ytterbiums. La majeure partie de l'yttrium a été éliminée par des pyrogénations fractionnées des nitrates : les nitrates des terres de poids atomiques élevés étant plus aisément décomposés que le nitrate d'yttrium dans l'acide nitrique de densité 1,3. Ces terres ont ensuite été fractionnées par la cristallisation des nitrates à 5^{mol} d'eau. Cette méthode permet de séparer en quelques mois la majeure partie de l'ytterbium brut qui se concentre dans les eaux mères. L'ytterbine brute a été ensuite fractionnée à son tour par la même méthode et répartie sur 22 fractions consécutives. Il n'a pas fallu moins de 15 000 cristallisations successives pour atteindre cet ensemble de résultats. Ce travail, extrêmement laborieux, a été complété par toute une série de mesures de spectres et de poids atomiques dont je n'ai donné que les résultats les plus saillants.

Voici les nombres obtenus dans les mesures de poids atomiques, réalisées en transformant les sulfates octohydratés en oxyde par la chaleur. Pour les calculs, les poids atomiques internationaux ont été adoptés : O = 16.

Numéros d'ordre des fractions.	Poids de sulfate octohydraté.	Poids d'oxyde.	Poids atomique.
17	1,3650	0,6859	170,66
18	1,6545	0,8352	171,89
19	1,7255	0,8722	172,42

Numéros d'ordre des fractions.	Poids de sulfate octohydraté.	Poids d'oxyde.	Poids atomique.
20	2,1674	1,0970	172,94
21	2,8650	1,4500	172,91
22	2,2545	1,1412	172,98
23	2,4411	1,2363	173,18
24	3,2193	1,6315	173,45
25	3,2743	1,6597	173,53
......	......	......	......
28	3,1227	1,5842	173,89
29	3,1565	1,6015	173,91
30	2,4756	1,2565	174,04
»	3,1267	1,5868	174,02

Depuis, par des précipitations fractionnées par la soude étendue d'une solution de sulfate d'ytterbium de poids atomique moyen 173,5 j'ai obtenu, pour les fractions extrêmes, les nombres suivants :

	Sulfate octohydraté.	Oxyde.	Poids atomique.
Tête du fractionnement (bases les plus faibles)	3,6358	1,8443	173,82
Queues du fractionnement (bases les plus fortes)	3,2868	1,6584	171,70

Le fractionnement a porté sur 16 fractions consécutives; le nombre total des précipitations fut de 240. On voit d'après cela que l'oxyde de lutécium est une base plus faible que la néoytterbine. J'ai observé entre les termes extrêmes de ce fractionnement les différences spectrales que j'ai déjà signalées entre les termes extrêmes du fractionnement des nitrates.

En déterminant avec la balance magnétique de Curie et Chéneveau la susceptibilité magnétique de ces oxydes, nous avons trouvé M. G. Jantsch et moi des différences considérables. Les deux terres se sont montrées paramagnétiques, la néoytterbine est beaucoup plus magnétique que la lutécine; les susceptibilités de mes meilleures terres sont dans le rapport $\frac{53}{13}$.

Dans la séance du 19 décembre 1907, c'est-à-dire 44 jours après ma Communication à l'Académie des Sciences de Paris, M. Auer von Welsbach a publié, sans faire allusion à mes recherches, une courte Note à l'Académie des Sciences de Vienne (*Sitzung der Mathematisch-Naturwissenschaftlich Klasse*, vom 19 Dezember 1907, nº 27, p. 468), dans laquelle il considère, ainsi que moi, l'ytterbium comme un mélange de deux éléments. Il ne les

caractérise que par des poids atomiques 174,5 et 172,9, et se borne à dire qu'il y a des différences entre leurs spectres, qu'il ne donne pas.

Il nomme le premier *aldebaranium* et le second *cassiopeïum*. L'aldebaranium est évidemment identique au lutécium et le cassiopeïum au néoytterbium.

S'il est exact que nous étudions, M. Auer von Welsbach et moi, indépendamment l'un de l'autre, la même question depuis plusieurs années, ainsi que je l'ai déjà mentionné dans ma première Note, il n'est pas moins vrai que j'ai, le premier, donné des résultats numériques qui spécifient nettement les nouveaux éléments, non seulement quant à leurs poids atomiques, mais encore à leurs différents spectres. La Communication de M. Auer von Welsbach confirmant seulement des recherches publiées antérieurement d'une façon plus précise qu'il n'est encore en mesure de le faire, il n'y avait pas lieu de proposer de nouveaux noms pour le lutécium et le néoytterbium déjà nommés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfosalicylique sur le borax.* Note de M. L. Barthe, présentée par M. A. Haller.

Les auteurs qui ont étudié l'action de l'acide salicylique sur le borax ne sont pas arrivés à s'entendre sur la constitution du composé obtenu. Jahns ([1]), par combinaison de 1^{mol} de borax avec 4^{mol} d'acide salicylique, a fait connaître le composé : $B\begin{cases}OH\\ OC^6H^4OH\\ OC^6H^4ONa\end{cases}$. M. Adam ([2]), par mélange équimoléculaire de salicylate de soude et d'acide borique avec 2 parties d'eau, a préparé un borosalicylate auquel il assigne les formules $\left(C^6H^4\begin{cases}O-BO\\ CO^2Na\end{cases}\right)^n$ ou $C^6H^4\begin{cases}O-BO-ONa\\ \quad\ \ |\\ CO\ \ O\end{cases}$, cette dernière se rapprochant des émétiques. Nous aurons l'occasion de revenir sur ces combinaisons, car nous estimons que la constitution du nouveau composé que nous allons faire connaître est de nature à expliquer celle plus simple des composés analogues signalés ci-dessus.

([1]) Jahns, in *Beilstein*, t. II, 1896, p. 1496.

([2]) Prunier, *Les médicaments chimiques*, t. II, 1899, p. 511.

Si l'on fait dissoudre 1^{mol} de borax dans de l'eau bouillante, et si l'on ajoute à cette dissolution 4^{mol} d'acide sulfosalicylique, dissous dans de l'alcool, on obtient par refroidissement et évaporation du mélange sous cloche au-dessus de l'acide sulfurique, de magnifiques cristaux blancs, brillants, assez peu solubles dans l'eau froide, très solubles dans l'eau tiède, à laquelle ils communiquent une acidité très manifeste. Les mêmes cristaux se produisent encore si, au lieu de 4^{mol} d'acide sulfosalicylique, on emploie 2^{mol} du même acide. L'équation suivante rend compte de leur formation :

$$(1)\quad B^4O^7Na^2 + 2C^6H^3\begin{cases}OH\\SO^3H\\COOH\end{cases} + 2H^2O = O\begin{cases}B\begin{cases}OH\\OC^6H^3\begin{cases}SO^3H\\COONa\end{cases}\end{cases}\\B\begin{cases}OC^6H^3\begin{cases}COONa\\SO^3H\end{cases}\\OH\end{cases}\end{cases} + 2B(OH)^3.$$

Avec 4^{mol} d'acide sulfosalicylique, et par analogie avec l'équation de Jahns, à propos de la préparation du borodisalicylate acide de soude, on pourrait encore expliquer la formation de ces cristaux par la formule suivante :

$$(2)\quad B^4O^7Na^2 + 4C^6H^3\begin{cases}OH\\SO^3H\\COOH\end{cases} + H^2O = 2B\begin{cases}OH\\OC^6H^3\begin{cases}SO^3H\\COONa\end{cases}\\OC^6H^3\begin{cases}SO^3H\\COONa\end{cases}\end{cases} + 2B(OH)^3.$$

Mais la formule (2) ne cadre pas avec les dosages acidimétriques effectués, ni avec les résultats analytiques obtenus dans le dosage du soufre. Dans l'exécution des formules (1) et (2) on observe la formation d'acide borique facile à déceler dans les eaux mères des cristaux obtenus.

Ces cristaux renferment $3H^2O$ de cristallisation. Ils n'abandonnent rien à l'éther sulfurique avec lequel on vient à les agiter. De même que l'acide sulfosalicylique, et mieux même que cet acide, ils constituent un réactif très sensible de l'albumine qu'ils précipitent complètement à chaud. Les solutions aqueuses et alcooliques de ces cristaux fournissent une couleur violette avec le perchlorure de fer, couleur qui disparaît par addition d'acide chlorhydrique; elles ne sont pas décomposées par l'affusion d'acides minéraux. Elles fournissent la réaction connue du curcuma avec l'acide borique.

Ces cristaux ont une réaction franchement acide. Cet acidité libre, mesurée à l'aide d'une solution alcaline titrée, et de la phénolphtaléine comme indicateur, correspond à une *double acidité* de la molécule. Au moment précis de cette première saturation, vient-on à ajouter de la glycérine dans le mélange, on constate qu'on a fait apparaître à nouveau une *double acidité* et que, pour effectuer cette seconde saturation, il faut verser la même quan-

tité d'alcali que dans la première opération : ces cristaux renferment donc deux acidités libres, et deux autres acidités révélées par la glycérine, et dues à l'acide borique. Il n'y a donc pas dans cette molécule de groupes $(BO)'$ qui, en présence de la glycérine, ne récupèrent pas la fonction acide.

L'acide borique est copulé à l'acide sulfosalicylique et il est assez facile d'opérer la disjonction de ces deux acides : il suffit de faire passer dans la solution alcoolique des cristaux un courant de gaz acide chlorhydrique pur ; on obtient, avec un dégagement de chaleur très appréciable, un précipité de chlorure de sodium et d'acide borique. D'autre part si, après filtration, on reprend le résidu de l'évaporation de la solution alcoolique par de l'éther sulfurique anhydre, ce dernier retient en dissolution de l'acide sulfosalicylique. L'équation suivante rend compte de ces faits :

$$(3)\quad O\left\langle \begin{array}{l} B\left\langle\begin{array}{l}OH\\ OC^6H^3\left\langle\begin{array}{l}SO^3H\\ COONa\end{array}\right.\end{array}\right. \\ B\left\langle\begin{array}{l}OC^6H^3\left\langle\begin{array}{l}SO^3H\\ COONa\end{array}\right.\\ OH\end{array}\right.\end{array}\right. + 2HCl + 3H^2O = 2NaCl + 2B(OH)^3 + 2\left[C^6H^3\begin{array}{l}OH\\ SO^3H\\ COOH\end{array}\right].$$

Disons encore que les fonctions phénoliques de l'acide sulfosalicylique ont disparu et ne perturbent nullement la saturation des fonctions acides.

L'analyse volumétrique démontre que les cristaux d'*oxydiborodisulfonesalicylate de soude* de l'équation (1) ont quatre acidités libres en y comprenant les deux acidités de l'acide borique ; la formule de l'équation (2) ne saurait leur convenir, puisqu'il n'y a qu'une acidité boriquée ; de plus, le poids moléculaire d'un composé de cette formule qui renferme deux acidités absorbe une quantité d'alcali supérieure à celle qui a été nécessaire pour la saturation et qui correspond aux deux acidités de la formule (1). Enfin les résultats obtenus en pratiquant le dosage du soufre ne cadrent qu'avec la formule (1).

Dans l'oxydiborodisulfonesalicylate de soude, en dehors des quatre acidités dont nous avons parlé, il existe encore deux acidités saturées par la soude, que nous avons d'ailleurs mise en évidence dans la saponification des cristaux (3).

A propos des dosages acidimétriques, on a pu remarquer que l'introduction du groupe *sulfonique* dans la molécule acide salicylique ne permet pas de mesurer très exactement avec les indicateurs phtaléine, hélianthine et résazurine la saturation des deux fonctions acides libres. Le virage se produit un peu avant d'avoir ajouté la quantité théorique d'alcali nécessaire

pour la saturation. Le bleu soluble dans ces titrages a à peu près la même valeur que la phtaléine. Il indique très approximativement les quatre acidités libres : les deux acidités boriquées et les deux acidités des groupes *sulfoniques*. La juxtaposition de l'acide borique et de l'acide sulfosalicylique ne modifie pas les conditions de saturation précédentes.

Les différentes considérations théoriques que nous venons de développer, les résultats acidimétriques obtenus ainsi que les nombres obtenus pour le dosage du soufre ne nous laissent aucun doute sur la constitution chimique des cristaux obtenus, qui répondent bien à la formule :

$$O\left\langle\begin{array}{l} B\left\langle\begin{array}{l} OH \\ O\,C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} SO^3H \\ CO\,O\,Na \end{array}\right. \end{array}\right. \\ B - O\,C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} SO^3H \\ CO\,O\,Na \end{array}\right. \end{array}\right. .$$

Le sel sodico-potassique $O\left\langle\begin{array}{l} B\left\langle\begin{array}{l} OH \\ O\,C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} SO^3K \\ CO\,O\,Na \end{array}\right. \end{array}\right. \\ B\left\langle\begin{array}{l} O\,C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} CO\,O\,Na \\ SO^3K \end{array}\right. \\ OH \end{array}\right. \end{array}\right.$ s'obtient en saturant à l'ébullition une solution aqueuse des cristaux obtenus par une solution alcoolique de potasse, en présence de la phtaléine. En faisant évaporer sous cloche, on obtient à la longue de magnifiques tables cristallines, brillantes. La solution du sel sodico-potassique, additionnée de glycérine, est encore capable d'absorber de l'alcali pour la saturation des acidités boriquées.

Je termine en annonçant que j'ai obtenu des combinaisons cristallisées provenant de l'action de l'acide sulfosalicylique sur les phosphate et arséniate trisodiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide hypoiodeux naissant (iode et carbonate de sodium) sur quelques acides de formule générale* $R - CH = CH - CH^2 - CO^2H$ (*R étant* C^6H^5 *plus ou moins substitué*). Note de M. **J. Bougault**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note récente (1) j'ai montré que l'acide phénylisocrotonique $C^6H^5 - CH = CH - CH^2 - CO^2H$, traité en solution aqueuse par l'iode,

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 140.

en présence d'un très grand excès de carbonate de sodium, se transforme intégralement en acide benzoylacrylique $C^6H^5 - CO - CH = CH - CO^2H$. J'ai étendu cette réaction à deux autres acides ne différant de l'acide phénylisocrotonique que par des substitutions dans le noyau benzénique : les acides *p*-méthoxy- et méthylènedioxy-phénylisocrotonique. La réaction a été de tous points semblable à celle réalisée avec l'acide phénylisocrotonique; j'ai obtenu, par suite, les acides *p*-méthoxy- et méthylènedioxy-benzoylacrylique non signalés jusqu'ici.

I. *Acide p-méthoxybenzoylacrylique* (ou *anisoylacrylique*)

$$CH^3O - C^6H^4 - CO - CH = CH - CO^2H.$$

Pour la préparation de cet acide, j'ai utitisé l'acide *p*-méthoxyphénylisocrotonique provenant de deux sources : une partie a été préparée par le procédé Fittig et Politis (1), qui m'a donné de très mauvais rendements; une autre partie, en suivant la marche ci-après :

La condensation de l'acide pyruvique avec l'aldéhyde anisique donne l'acide anisalpyruvique $CH^3O - C^6H^4 - CH = CH - CO - CO^2H$ (p. de fus. anhydre, 131°). Cet acide, hydrogéné par l'amalgame de sodium, fournit, entre autres, l'acide hydroanisalpyruvique ou *p*-méthoxyphényl-α-oxyisocrotonique

$$CH^3O - C^6H^4 - CH = CH - CHOH - CO^2H \text{ (p. de fus., 145°)},$$

lequel, par réduction plus avancée, conduit à l'acide cherché

$$CH^3O - C^6H^4 - CH = CH - CH^2 - CO^2H \text{ (rendements faibles)}.$$

Cet acide *p*-méthoxyphénylisocrotonique, mis en solution aqueuse à l'aide de la quantité suffisante de carbonate de sodium, donne, avec l'iode, la lactone iodée correspondante (p. de fus., 125°) :

$$CH^3O - C^6H^4 - \underset{\displaystyle \lfloor O}{CH} - CHI - CH^2 - \underset{\displaystyle \rfloor}{CO}.$$

Mais, en présence d'un très grand excès de carbonate de sodium, on obtient l'acide *p*-méthoxybenzoylacrylique (2).

Cet acide cristallise en aiguilles jaune pâle, anhydres après dessiccation à l'air libre,

---

(1) *Liebig's Annalen*, t. CCLV, 1889, p. 293.

(2) Pour les détails de la préparation, voir ma Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 140). Dans cette Note j'ai indiqué, par erreur, 131° au lieu de 134° pour le point de fusion de l'acide *p*-méthoxybenzoylacrylique, dont je n'avais préparé alors que quelques centigrammes.

fondant à 134°. Il est à peu près insoluble dans l'eau et l'éther de pétrole, soluble dans l'alcool, l'éther, moins dans la benzine.

Sous l'influence des divers réactifs, il se comporte tout à fait comme l'acide benzoylacrylique. J'ai constaté, en particulier, que, par oxydation et par réduction, on obtient les composés attendus; de même, par ébullition avec les alcalis dilués, il se dédouble en acide glyoxylique et *p*-méthoxyacétophénone.

Il fixe HBr et donne un composé d'addition fondant vers 130°, avec décomposition, et régénérant l'acide *p*-méthoxybenzoylacrylique par simple dissolution dans les solutions aqueuses de carbonates alcalins.

Il se combine, molécule à molécule, à l'aniline en donnant un acide peu soluble dans l'éther, encore moins dans la benzine et fondant à 121°. Il se combine également avec l'acide cyanhydrique, la pipéridine, etc.

II. *Acide méthylènedioxybenzoylacrylique* (ou *pipéronoylacrylique*)

$$CH^2O^2 = C^6H^3 - CO - CH = CH - CO^2H.$$

— Pour préparer l'acide méthylènedioxyphénylisocrotonique qui m'a servi pour la préparation de l'acide pipéronoylacrylique, j'ai suivi la marche indiquée plus haut pour l'acide *p*-méthoxyphénylisocrotonique.

J'ai donc préparé les acides suivants : l'acide pipéronalpyruvique

$$CH^2O^2 = C^6H^3 - CH = CH - CO - CO^2H,$$

beaux cristaux anhydres rouge brique (p. de fus., 161°) (1); l'acide hydropipéronalpyruvique

$$CH^2O^2 = C^6H^3 - CH = CH - CHOH - CO^2H \quad \text{(p. de fus., 143°)}$$

et enfin l'acide méthylènedioxyphénylisocrotonique

$$CH^2O^2 = C^6H^3 - CH = CH - CH^2 - CO^2H,$$

lequel donne facilement, par action de l'iode sur son sel de sodium, une lactone iodée fondant à 103° :

$$CH^2O^2 = C^6H^3 - \underset{\displaystyle O\text{———————}\rfloor}{\underset{|}{CH}} - CHI - CH^2 - CO.$$

L'acide méthylènedioxyphénylisocrotonique, traité par l'iode en présence d'un très grand excès de carbonate de soude, donne l'acide pipéronoylacrylique. Cet acide est en cristaux jaune soufre possédant les mêmes propriétés générales que le précédent et que l'acide benzoylacrylique.

---

(1) Un acide de même formule, obtenu par un autre procédé, a déjà été signalé par Scholtz (*Ber. d. d. chem. Gesell.*, t. XXVIII, p. 1192), qui lui donne le point de fusion 149°-150°.

Voici quelques-unes de ses caractéristiques :

Il est un peu moins soluble dans les divers solvants que l'acide *p*-méthoxybenzoylacrylique.

Chauffé dans un tube étroit, il brunit vers 180° et se décompose; la masse noirâtre résultant de cette décomposition fond vers 200°.

Il fixe HBr. Le produit obtenu se décompose avant de fondre; traité par une solution aqueuse de carbonate de sodium, il régénère l'acide pipéronoylacrylique.

Le produit de condensation de l'acide pipéronoylacrylique avec l'aniline est un acide fondant à 134°.

Je n'insiste pas sur les produits d'oxydation, de réduction et de décomposition par les solutions alcalines qui rappellent de tous points ceux obtenus avec l'acide benzoylacrylique.

En résumé, l'acide phénylisocrotonique et ses dérivés substitués dans le noyau, traités par l'iode en présence d'un très grand excès de carbonate de sodium, ont leur chaîne latérale $R-CH=CH-CH^2-CO^2H$ transformée en $R-CO-CH=CH-CO^2H$.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le sérum antiamylasique*. Note de MM. **C. Gessard** et **J. Wolff**, présentée par M. E. Roux.

Il est possible, comme l'a montré l'un de nous [1], d'obtenir un sérum capable d'empêcher la saccharification de l'amidon par l'extrait de malt. Ce sérum offre cet avantage sur les autres sérums anti que son pouvoir empêchant peut être exactement mesuré. En effet, on possède des méthodes précises pour déterminer le maltose produit et, par suite, l'obstacle que la présence de sérum empêchant apporte à cette production.

I. Pour mesurer l'action antiamylasique d'un sérum, nous dosons le maltose produit, toutes choses égales d'ailleurs, en présence de ce sérum d'une part, de sérum normal d'autre part. La différence entre les deux quantités, rapportée à 100 de maltose formé en présence de sérum normal, nous donne la mesure du maltose empêché ou le degré antiamylasique du sérum.

Pour éprouver la valeur des divers sérums, notre technique est la suivante : 12 gouttes de sérum sont mélangées avec 20 gouttes d'extrait de malt à 10 pour 100 [2]; après un

---

[1] C. Gessard, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LXI, 1906, p. 425.

[2] Macération de 1 heure à la température de 20°, filtrée sur papier, puis à la bougie.

repos de 5 minutes, nous ajoutons au mélange 25$^{cm^3}$ de solution d'amidon soluble à 2 ou 4 pour 100 (¹), rendue neutre au méthylorange avec de la soude; nous maintenons le tout 1 heure à 20°, après quoi nous arrêtons l'action de la diastase et déféquons par l'azotate mercurique, et dans le produit de ces opérations amené à un volume déterminé nous dosons le maltose formé (²).

Le sérum de lapin normal est sans action. Parmi nos sérums de lapins traités, le plus haut degré observé avec 12 gouttes de sérum et 20 gouttes d'extrait de malt a été 70 environ; c'est-à-dire que, au lieu de 100 avec le sérum normal, il y a eu avec le sérum anti 30 de maltose produit et 70 empêché.

II. Nous avons fait varier les doses de sérum dans des expériences en série, et nous avons vu que, d'une manière générale, le rendement en maltose est sensiblement en raison inverse de la quantité de sérum empêchant.

Numéros.	A. Sérum normal. — Maltose en milligrammes.	B. Sérum anti. Nombre de gouttes.	B. Sérum anti. Maltose en milligrammes.	B. Sérum anti. Maltose pour 100 de maltose produit en A.
6	250	8	204	82
		12	169	68
		16	115	46
		20	88	35
7	230	20	96,6	42
		28	63	27
		36	51,6	22
11	218,7	12	124,2	57
		24	61,5	28
20	417,0 (³)	12	320,4	77
		24	129,6	31
		48	60,3	14
		96	33,3	8

(¹) La teneur en amidon est basée sur le taux présumé de maltose; elle est sans importance, comme on le savait déjà et comme nous l'avons vérifié, au point de vue du rendement en maltose.

(²) Par le procédé de Mohr, modifié par M. G. Bertrand.

(³) 40 gouttes de diastase et sérum le plus actif. 40:24 correspond à 20:12 des séries **6** et **11**.

La quantité de maltose produit n'a pas varié d'une manière sensible quand les doses de diastase et de sérum ont été simultanément doublées.

Numéros.	Rapport. Diastase : sérum.	A. Sérum normal. — Maltose en milligrammes.	B. Sérum anti. Maltose en milligrammes.	Pour 100 de maltose produit en A.
11	10 : 12	142,5	35,7	25
	20 : 24	218,7	61,5	28
25	20 : 12	343	123,6	36
	40 : 24	491,4	190,5	39

Au contraire le rendement en maltose est modifié quand, toutes choses égales d'ailleurs, la température de l'expérience a changé. Il a presque doublé, passant de 36 à 64, dans une de nos expériences où l'écart de température a été de 20° à 50°.

III. Enfin notre sérum s'est aussi montré empêchant vis-à-vis de l'extrait d'orge, et nous avons observé la même proportionnalité que plus haut entre le rendement en maltose et les doses de sérum employées.

Nous vérifions ainsi, par une autre méthode, l'observation faite par l'un de nous en collaboration avec M. Fernbach (1), à savoir que, à la température ordinaire et dans la phase de formation rapide du maltose, l'extrait d'orge et l'extrait de malt se comportent sensiblement de la même manière.

Numéro.	A. Sérum normal. — Maltose en milligrammes.	B. Sérum anti. Nombre de gouttes.	B. Sérum anti. Maltose en milligrammes.	B. Sérum anti. Maltose Pour 100 de maltose produit en A.
12	191	6	152,8	80
		12	80,8	42
		24	54,8	28

Notons en terminant que le pouvoir empêchant n'a pas été conféré au sérum d'un jeune animal par la gestation, tout entière comprise dans la durée d'un traitement, et par l'allaitement consécutif de 15 jours, pendant lesquels le traitement de la mère n'a pas été interrompu.

(1) A. Fernbach et J. Wolff, *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 80.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'action de l'amylase du suc pancréatique et son activation par le suc gastrique.* Note de M. **H. Bierry**, présentée par M. Dastre.

Le suc pancréatique qu'on recueille aseptiquement chez le chien par fistule temporaire et injection de sécrétine est très alcalin. Pour doser cette alcalinité qui est due presque exclusivement au carbonate de soude on peut opérer, à chaud, avec le tournesol et la méthode par reste, ou, à froid, en utilisant comme indicateur le méthylorange ou mieux l'hélianthine [1].

L'alcalinité du suc varie non seulement d'un animal à l'autre, mais encore chez le même animal, elle est plus grande au début qu'à la fin pendant une même sécrétion. De nombreux dosages m'ont amené à conclure que cette alcalinité est ordinairement de l'ordre d'une solution $\frac{N}{8}$ de carbonate de soude.

J'ai étudié comparativement sur l'empois d'amidon (amidon de riz décalcifié ou non, fécule de pomme de terre, porté 30 minutes à 120°) l'action en milieu alcalin, neutre et acide, du suc pancréatique de sécrétine, à l'étuve à 38°.

Le suc pancréatique de fistule temporaire possède une amylopectinase très active, il liquéfie instantanément l'empois d'amidon; son action saccharifiante est très intense, 4^{cm^3} et même 2^{cm^3} de suc transforment rapidement en maltose 100^{cm^3} d'empois à 1 et 2 pour 100. Avec l'amidon soluble l'action est presque terminée en 60 minutes et ne va pas beaucoup plus loin en 10 et même 20 heures; avec l'amidon ordinaire les phénomènes sont moins rapides.

A la dose de 1^{cm^3} et 2^{cm^3} le suc normal est incapable de dédoubler le maltose et pousse avec une extrême lenteur l'amidon au stade glucose. Si on l'additionne de HCl jusqu'à réaction légèrement acide il devient alors capable d'hydrolyser le maltose et transforme en glucose beaucoup plus rapidement l'amidon avec lequel on le met immédiatement en contact [2].

---

[1] En employant HCl $\frac{N}{10}$ et la plus petite quantité possible d'indicateur le virage est net. Si la quantité de carbonate alcalin devient trop faible à la fin de l'opération pour empêcher la dissociation électrolytique de l'acide carbonique qui peut déterminer la production de la teinte orange, dans ce cas on fait bouillir la liqueur arrivée à cette teinte orange pour chasser CO^2, on laisse refroidir et l'on achève le titrage par addition d'acide jusqu'à virage (Küster, *Z. anorg. Chem.*, t. XIII, 1897, p. 40).

[2] *Comptes rendus Soc. Biologie,* mai et juillet 1905.

Toutefois, si l'on acidifie une petite quantité de suc (1^{cm^3} par exemple) et qu'on fasse agir sur l'amidon on ne décèle pas de glucose avant 1 heure 30 minutes. J'ai donc pu comparer l'action de faibles doses de suc de sécrétine alcalin, neutre et acide, pendant 30 minutes et même 60 minutes sur l'amidon en dosant le maltose formé, après traitement par le nitrate mercurique et H^2S. De faibles doses d'acide ont une action considérable sur la vitesse d'hydrolyse; le maximum de rendement est obtenu lorsqu'on neutralise exactement l'empois d'amidon, d'une part et, d'autre part, environ les $\frac{4}{5}$ *de l'alcalinité naturelle du suc* (l'hélianthine étant prise comme indicateur).

Aussi l'action du suc gastrique est-elle très marquée sur la vitesse d'hydrolyse de l'amylase du suc pancréatique sur l'empois d'amidon, elle peut, en 1 heure, augmenter d'un tiers le rendement en maltose. Cette activation doit être rapportée uniquement à HCl du suc gastrique; le suc gastrique neutralisé et la pepsine, avant ou après ébullition, se sont montrés sans effet, contrairement à ce qui a été avancé par MM. Roger et Simon [1]. L'amylase pancréatique détruite par un acide ou portée à 100° n'a pas non plus exercé d'action favorisante.

J'ai neutralisé exactement avec HCl $\frac{N}{10}$ du suc pancréatique et j'ai rendu ensuite à la liqueur, avec une solution de carbonate de soude convenablement titrée, l'alcalinité primitive ou une alcalinité égale au $\frac{1}{3}$, au $\frac{1}{4}$ ou au $\frac{1}{10}$ de l'alcalinité que possédait le suc de sécrétine.

Le mélange, mis à 40° pendant 24 ou 48 heures, était ensuite additionné d'empois d'amidon.

L'amylase du suc normal se conserve bien à l'étuve; l'amylase du suc neutralisé et ramené à la même alcalinité immédiatement a déjà perdu beaucoup de son activité après un passage de 24 heures à 40°; son action est presque annihilée après un séjour de 50 heures à la même température.

L'amylase en milieu neutre est détruite beaucoup plus rapidement. Le suc neutralisé exactement (hélianthine) et mis à l'étuve à 40° pendant 30 minutes devient presque inactif sur l'amidon; ce même suc, après un temps encore plus long à 40°, continue à liquéfier l'empois; l'amylopectinase est donc conservée.

Si l'action ménagée d'un acide favorise l'action de l'amylase, elle nuit à sa stabilité.

Ces faits sont à rapprocher de ceux déjà signalés par MM. Maquenne et Roux à propos de l'amylase du malt. Pour expliquer l'action favorisante, vis-à-vis du pouvoir saccharifiant, de la neutralisation d'une partie de l'alcalinité du malt, ces auteurs pensent que l'amylase est engagée dans des combinaisons basiques faibles, minérales ou aminées. Cette hypothèse peut

---

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 18 janvier 1908.

également bien s'appliquer à l'amylase du suc pancréatique. Le rôle de l'acide serait, dès lors, évident; il libérerait une plus forte proportion d'amylase.

Si l'addition d'un acide favorise la vitesse d'hydrolyse de l'amylase pancréatique, la présence d'électrolytes est indispensable pour amener la saccharification de l'amidon, comme je l'ai montré avec MM. Victor Henri et Giaja ([1]). L'ion électronégatif est seul important. Une petite quantité de sel suffit pour assurer l'action de l'amylase; de nouvelles additions restent sans effet.

D'après les expériences de Hirsch, de Serdjukow et Pawlow, de Cannon, on admet que l'ouverture du pylore est provoquée par le contact de liquide acide et que le passage du contenu stomacal dans l'intestin est réglé, au point de vue quantitatif, par un réflexe qui inhibe temporairement les mouvements expulsifs de l'estomac et ferme le même pylore chaque fois qu'une portion de contenu stomacal acide arrive au contact de la muqueuse duodénale. Il se fait en même temps un renforcement de la sécrétion du pancréas, et la portion de bol alimentaire acide est baignée par le suc pancréatique et neutralisée rapidement par lui. Les conditions d'action *optima* de l'amylase se trouvent ainsi réalisées et la transformation en maltose se fait très vite; l'hydrolyse du maltose se fera ensuite au contact du suc intestinal d'abord et puis de la muqueuse de l'intestin.

CYTOLOGIE. — *Note sur l'existence des produits de dégénérescence cellulaires rappelant les corps de Negri*. Note de M. Y. **Manouélian**, présentée par M. E. Roux.

Les corpuscules de Negri sont-ils des parasites? Negri et nombre d'auteurs l'affirment. Quant à nous, nous croyons qu'en l'état actuel de la Science une pareille affirmation serait téméraire.

D'autre part il nous a semblé intéressant d'étudier certaines dégénérescences physiologiques et chercher si, dans une cellule ou portion de cellule qui dégénère, il n'y aurait pas des formations rappelant par leur forme et leurs caractères histochimiques les corpuscules de Negri.

Nous nous sommes adressé à cet effet à l'étude de la spermatogenèse chez quelques Mammifères, Rat, Cobaye et Lapin, et voici le résultat de nos recherches :

([1]) *C. R. Soc. de Biol.*, 3 mars 1906 et 16 mars 1907.

On sait que, lors de la transformation des spermies de la forme spermatide à la forme spermatozoïde, le reste du corps cellulaire ne prend pas part à cette transformation; il est destiné à disparaître. On y observe alors des corpuscules très fins et pâles, qui deviennent de plus en plus volumineux et se colorent mieux. Bientôt ces lobes protoplasmiques en train de dégénérer perdent la netteté de leur contour et finissent par se détacher des spermatozoïdes. On les désigne alors sous le nom de *corps résiduels*. Ces corps sont enveloppés d'une substance incolore et contiennent, parmi une masse homogène, une ou plusieurs sphérules qui, à leur tour, renferment de tout petits corpuscules. D'autres corps résiduels renferment parmi leur masse simplement de fins corpuscules.

Comme les corps de Negri, qui eux aussi sont entourés par une masse incolore, ces corps se colorent en rouge par la méthode de Mann, quelquefois aussi en bleu. Comme ceux de Negri, dans la méthode à l'hématoxyline au fer, ces corps se laissent décolorer très difficilement et ils présentent comme ceux-ci une coloration brunâtre après la fixation au Flemming.

Le processus dégénératif se poursuivant toujours, chaque corps présente un grand nombre de dépressions à sa surface et des vacuoles dans son intérieur [1]. Et comme en ce moment le syncytium sertolien commence à se rétracter, les corps résiduels, qui se trouvent incorporés dans ce syncytium, sont entraînés vers la couche génératrice du tube séminifère. Ainsi phagocytés ils se colorent encore en rouge par la méthode de Mann, mais un grand nombre se colorent en rouge violacé ou en bleu de plus en plus pâle. En ce moment l'acide osmique les noircit plus complètement.

Enfin ces corps cessent d'être colorables par la méthode de Mann. On peut les colorer en noir par l'acide osmique, en même temps que d'autres substances que le syncytium élabore. La phagocytose de ces éléments est terminée.

Or les petites formes du début qui apparaissent dans le lobe protoplasmique des spermatides [2] *rappellent* par leur forme et les réactions histochimiques les corpuscules fins qu'on observe dans la rage des rues et surtout ceux que nous avons décrits dans la rage à virus fixe. Quant aux corps plus volumineux, ils rappellent ceux de Negri dans la rage des rues.

---

(1) Nous avons pu constater parfois, et notamment dans la corne d'Ammon, chez les animaux et les sujets atteints de rage des rues, à côté des formes que Negri a décrites, d'autres que nous décrirons prochainement. Pour le moment, disons seulement qu'en même temps que des corps de Negri typiques, on constate des corpuscules qui, tout en possédant la même structure que ceux-ci, ne se colorent pas aussi électivement; ils ont une teinte rouge ou bleuâtre; peu à peu les vacuoles se montrent dans leur intérieur, leur contour cesse d'être net, ces corpuscules deviennent de plus en plus pâles, il en existe qui se trouvent à la limite de la colorabilité. Pareille constatation peut se faire dans la rage à virus fixe.

(2) Signalons la ressemblance de ces formes avec les corps chromatoïdes des spermatocytes et des spermies.

Nous disons bien *rappeler*, car nous ne prétendons pas qu'il s'agit là de formations *identiques* aux corpuscules décrits par le savant italien. Nous estimons néanmoins que les faits que nous venons de relater [1] doivent faire réfléchir les chercheurs avant de se prononcer hâtivement sur la nature parasitaire des corps de Negri.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la mesure de l'ondée ventriculaire chez l'homme.* Note [2] de M. **Gabriel Arthaud**, présentée par M. Lannelongue.

La mesure de l'ondée ventriculaire a donné lieu à un très grand nombre de recherches dont les résultats sont loin d'être concordants et qui fournissent comme évaluation des chiffres oscillant entre 180^{cm^3} et 70^{cm^3}.

Il convient de noter en passant que la capacité ventriculaire est fonction de la pression sanguine et que toute méthode qui abaisse la pression doit nécessairement fournir une mesure inférieure à la valeur vraiment physiologique de la cylindrée cardiaque. C'est un reproche général qu'on peut faire à toutes les méthodes dites *directes*. Il n'y a donc pas lieu de regretter que les procédés très complexes soient inutilisables chez l'homme, car ils ne peuvent aboutir qu'à des résultats imparfaits.

La méthode la plus simple et la plus ancienne est celle de Vierordt, fondée sur la mesure de la vitesse et sur la relation évidente

$$nm = Sv$$

(n étant le nombre des pulsations, m l'ondée ventriculaire, S la section de l'aorte et v la vitesse du sang dans le vaisseau).

Cette méthode a conduit Vierordt à évaluer l'ondée sanguine de l'homme à 180^{cm^3} environ.

La section de l'aorte est connue et les anatomistes la fixent à environ $4^{cm^2},5$, chiffre qu'il faut légèrement augmenter pour avoir la section sous une pression de $0^{atm},25$ et porter à 5^{cm^2} environ pour tenir compte de la dilatation du vaisseau. Le nombre des pulsations est directement observable. Par conséquent, pour avoir à chaque moment et dans toutes les circonstances la valeur de m, il suffit de trouver chez l'homme un procédé de mesure de la vitesse en fonction de quantités mesurables.

---

(1) Des phénomènes intéressants se constatent pendant la destruction des follicules de Graaf par *chromatolyse*. On y observe des produits de dégénérescence rappelant les formations que nous venons d'étudier.

(2) Présentée dans la séance du 17 février 1908.

Des formules de Monoyer et de celles que nous avons fournies dans une Note antérieure, il est facile de déduire les relations

$$v = dh\sqrt{\frac{2qn}{H}}$$

et

$$m = S\,dh\sqrt{\frac{2q}{nH}},$$

qui, en supposant réalisable la mesure de l'amplitude de l'oscillation du pouls dh, permettent de calculer la vitesse du sang et l'ondée ventriculaire.

C'est par des méthodes un peu analogues que Hoorweg avait déjà tenté de mesurer l'ondée ventriculaire d'après la surface d'un sphygmogramme.

Pour parvenir au but désiré, il suffit donc de trouver un moyen de mesurer dh. C'est ce que nous nous sommes efforcé de faire par un procédé très simple et que nous nous essayons de rendre applicable à la clinique courante par une modification du sphygmomètre habituel.

Le moyen de laboratoire que nous avons jusqu'à présent utilisé est, quoique délicat, peu compliqué et consiste simplement à graduer un sphygmographe à transmission.

Si l'on a le soin de modifier le patin de manière à lui donner une surface bien définie s'adaptant bien sur l'artère et sans la déborder sensiblement, il est évident que les déplacements de la plume sur le cylindre seront proportionnels aux variations de pression dans l'artère. Il est facile de le vérifier en produisant, au moyen d'une artère artificielle en caoutchouc, des variations de pression sous le patin, variations mesurables avec un manomètre à eau.

On parvient ainsi à graduer un dispositif de sphygmographe à transmission et à mesurer l'oscillation de pression correspondant à un déplacement du style sur le cylindre.

Dans ces conditions, il suffit, en graduant la pression du ressort, de chercher le maximum d'amplitude du mouvement décrit par le style, et l'on a ainsi le déplacement correspondant à la variation dh, car, lorsque la pression H est atteinte, le style s'arrête brusquement et, quand on arrive au-dessous de la pression constante h, les oscillations diminuent non moins brusquement d'amplitude.

Avec un peu de doigté expérimental on arrive aussi à déterminer, avec une très grande précision, la valeur dh qu'il s'agit de mesurer.

A l'état normal chez l'homme sain, cette variation dh est assez fixe et la moyenne est de 12^{c} à 13^{c} chez l'individu sain et jeune. En général, elle est à la pression H dans la rapport de 1 à 20, ce qui n'a pas lieu de surprendre, puisque nous aurons toujours la relation

$$\frac{dh}{H} = \frac{m}{M}$$

et que les capacités anatomiques du cœur et du système circulatoire sont dans le voisinage de ce rapport.

La valeur dh ainsi déterminée peut servir à calculer la valeur de v et de m.

En remplaçant dans les formules les symboles par leur valeur connue, on obtient les chiffres suivants :

$$v = \text{environ } 40^{c},$$
$$m = 170^{cm^3},$$

chiffres voisins de ceux fournis par Vierordt.

On peut même, si l'on veut se borner à une expression approchée et moyenne, obtenir la valeur de v et de m par les expressions simplifiées

$$v = \sqrt{\frac{nH}{2q}}, \qquad m = S\sqrt{\frac{H}{2qn}},$$

en prenant pour unité le mètre et la seconde.

Mais, si ces expressions simplifiées sont commodes comme approximation, il convient de ne pas oublier qu'elles ne se vérifient que comme moyenne générale et ne sont jamais applicables exactement à un cas particulier, et surtout aux cas pathologiques.

HISTOIRE NATURELLE. — *Fixation, multiplication, culture d'attente des trypanosomes pathogènes dans la trompe des mouches tsé-tsé.* Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. Laveran.

Si l'on étudie minutieusement les trompes des glossines nourries sur des animaux infectés de trypanosomiases diverses, à des temps variables après la piqûre, on reconnaît l'existence d'un phénomène très particulier, bien différent de ceux signalés jusqu'ici : la fixation par le flagelle, avec transformation notable, des parasites aux parois de la trompe, accompagnée d'une multiplication intense au sein du liquide salivaire. Les observations et les expériences ont été réalisées à Brazzaville, au laboratoire de la Mission d'études de la maladie du sommeil, sur *Glossina palpalis,* avec quatre types de virus différents : *Trypanosoma gambiense, Tr. dimorphon* (*vel congolense*), *Tr. Brucei* (virus type de l'Institut Pasteur), *Tr. Cazalboui*.

Quel que soit le virus employé, les phénomènes sont sensiblement les mêmes. Au bout de 48 heures, par exemple, on trouve, dans le canal de la trompe, un nombre immense

de parasites collés par l'extrémité du flagelle à la face interne du labrum, surtout en sa région bulbaire et le long de l'hypopharynx. Tantôt ils sont électivement groupés à la base de la trompe; tantôt ils sont répandus en bouquets, en véritables colonies, tout le long de celle-ci, jusqu'à la pointe. Observés sans compression, dans le liquide salivaire, ils paraissent à peu près immobiles. Mais dès qu'une goutte d'eau physiologique ou de sérum les atteint, ils oscillent fortement dans tous les sens, rapprochant l'extrémité libre de l'extrémité fixée comme pour chercher à se détacher. Lorsqu'ils se trouvent libérés de leur point d'attache, on les voit nager lentement, le flagelle en avant, l'extrémité postérieure rigide, d'un mouvement spécial qui ne rappelle en rien celui du trypanosome primitif; et leur faculté de fixation est telle qu'ils vont se coller immédiatement un peu plus loin, au verre de la lame porte-objet, sans qu'on puisse les détacher.

Après coloration, on remarque que le flagelle s'est fortement épaissi, offrant l'aspect d'une petite tige; que le centrosome est devenu antérieur au noyau, que la membrane ondulante a disparu : les parasites ont donc revêtu la forme *Herpetomonas*. L'étirement et l'épaississement du flagelle se produisent même chez les trypanosomes qui n'ont pas ou n'ont que rarement dans le sang un flagelle libre (*Tr. dimorphon*).

D'où proviennent ces singuliers parasites? Les *expériences témoins* démontrent qu'il s'agit *d'une culture temporaire* des trypanosomes ingérés avec le sang. Ont-ils évolué sur place au moment de la succion ou sont-ils remontés du tube digestif dans l'intervalle des repas? En opérant avec *Tr. Brucei*, qui meurt sans se cultiver, peu de temps après son absorption, dans l'intestin de *Glossina palpalis*, nous étions déjà fixé à cet égard. Mais en examinant les trompes des mouches immédiatement après les avoir fait piquer sur les animaux infectés, nous avons réussi à assister, sous le microscope, à ce phénomène inattendu de fixation. Les trypanosomes, sous l'influence sans doute des propriétés spéciales de la salive, cheminent rapidement dans le sang qui remplit la trompe, vont coller leur flagelle en certains points de celle-ci et, une fois fixés, s'agitent d'une façon d'abord excessivement rapide, mais qui se ralentit bientôt. Colorés à ce stade, 5 minutes après l'absorption, ils ont revêtu déjà l'aspect *Herpetomonas* par traction du centrosome en avant du noyau. Aucun phénomène de copulation, ni de conjugaison ne peut être décelé à aucun moment, avant ou après cette curieuse évolution. Mais des modifications importantes ont dû cependant se passer, car les parasites se multiplient activement par division, aussitôt après leur fixation.

Déjà au bout de 1 heure ils sont devenus excessivement nombreux et forment souvent des amas en rosace, flagelles au centre, comparables aux amas culturels du *Tr. Lewisi*, mais en restant toujours fixés à un corps quelconque. La durée du maintien dans la trompe de cette culture ne nous a pas paru dépasser 48 heures pour *Tr. Brucei;* 5 jours et demi à 6 jours pour les trois autres types de virus; souvent, à ces dates extrêmes, les formes se sont modifiées, ont tendance à s'allonger énormément (*Tr. Cazalboui*) ou à reprendre la forme trypanosome (*Tr. dimorphon*).

La *culture d'attente* dans la trompe ne se produit que chez un petit nombre de glossines, ce qui tient probablement aux propriétés variables de leur salive. Avec des animaux présentant des trypanosomes nombreux dans le

sang, la proportion habituelle d'infections expérimentales est de 1 mouche sur 10 environ. Les deux sexes sont capables de s'infecter mais le fait est beaucoup plus fréquent chez les mâles que chez les femelles. Il semble aussi que ce soient les jeunes mâles et les femelles âgées qui jouissent de préférence de cette propriété.

Les trypanosomes libres de la trompe décrits par Koch et Stuhlmann paraissent n'avoir rien de commun avec ces *Herpetomonas* fixés : ce sont, comme l'indique ce dernier auteur dans sa magistrale étude, des trypanosomes issus du proventricule, dans des cas exceptionnels d'ailleurs, à notre avis, d'infection totale du tube digestif de l'insecte. Ils n'ont d'ailleurs pas pu être obtenus expérimentalement par Stuhlmann.

Ces formes d'attente des trypanosomes pathogènes, localisées dans la trompe, sont-elles les seuls agents possibles des infections produites par les piqûres des glossines au delà de 24 heures?

Cela ne paraît pas douteux, attendu que pour *Tr. Brucei,* agent du Nagana, on ne peut mettre en évidence, chez *Glossina palpalis,* aucun autre phénomène de culture, et qu'en outre, pour les trois autres virus, les phénomènes de multiplication dont le tube digestif est le siège ont habituellement pris fin depuis longtemps lorsque ceux qui se passent dans la trompe sont encore dans toute leur puissance.

Cette curieuse propriété dévolue à l'appareil piqueur des glossines leur est d'ailleurs absolument spécifique, comme l'observation l'a prouvé. Elle explique le rôle de choix joué par ces insectes dans la transmission à distance des trypanosomiases d'Afrique, rôle nécessaire étiologiquement au maintien de ces affections à l'état endémique.

ZOOLOGIE. — *Le genre* Doliocystis *Léger.* Note de M. L. **Brasil**, présentée par M. Yves Delage.

Le genre *Doliocystis* a été établi ici même en 1893 par Léger pour des Grégarines intestinales d'Annélides polychètes « considérées jusqu'alors comme des Monocystidées ». *D. nereidis* et *D. polydoræ* sont donnés comme exemples. Ce sont des Grégarines sans septum mais qui posséderaient un épimérite intracellulaire pendant cette phase de leur croissance qu'elles passent fixées sur l'épithélium digestif de l'hôte. La libération résulterait de la chute de cet épimérite. La présence d'un épimérite et l'absence de septum

conduisirent Léger à placer son genre *Doliocystis* parmi les Dicystidées. Labbé et Minchin l'ont rangé, ce qui est équivalent, dans les *Cephalina*.

Ces deux derniers auteurs cependant ont introduit dans le genre des espèces chez lesquelles la caducité de l'épimérite et même la présence d'un tel organe n'avaient pas été expressément reconnues, aussi le caractère de caducité n'entre-t-il plus dans leur diagnose et Labbé fait-il suivre parfois du point de doute la mention d'un épimérite. C'est d'une prudence très justifiée. Mingazzini, qui a décrit plusieurs des espèces en question, les avaient placées, l'année même où Léger créait *Doliocystis,* dans différents genres : *Ophioidina, Lecudina, Kœllikeria* (= *Köllikerella* Labbé) relevant pour lui de la division Monocystidées au même degré que *Anchorina* (= *Ancora* Labbé) et *Lankesteria* qui n'en sont pas sortis.

Pour mon compte j'ai observé *D. pellucida* Köll. (= *D. nereidis* Lank.), l'espèce génotype puisqu'elle est citée la première par Léger, *D. elongata* Ming. et beaucoup d'autres formes voisines encore inédites. Je suis en mesure d'affirmer qu'il n'y a chez aucune d'entre elles d'épimérite caduc, mais un appareil permanent, déformable, plus ou moins développé, en général invaginable. C'est par l'intermédiaire de cet appareil que la Grégarine se fixe sur l'épithélium, non en l'introduisant dans une cellule, mais en l'appliquant sur la surface de la muqueuse où il fonctionne comme une petite ventouse. Là ne doit pas d'ailleurs se borner son rôle. *D. elongata* par exemple, qui fait saillir de son extrémité antérieure une telle cupule adhésive pour se fixer, libre dans la cavité digestive, émet de temps en temps au même point un petit bouton sphérique dont la fonction est certainement tout autre, tactile peut-être.

J'ai déjà eu l'occasion de figurer le mode de fixation de *D. pellucida,* et Cunningham, qui vient d'attirer l'attention sur le désaccord qui existe entre la description de Léger et mes dessins, émet l'hypothèse que nous n'avons pas examiné la même espèce. C'est peu probable. *D. pellucida* (= *D. nereidis*) est une espèce trop répandue et trop abondante dans l'intestin des *Perinereis cultrifera*, des côtes océaniques de France, pour que ce ne soit pas elle que Léger ait observée. Il résulte de là que la diagnose originale du genre *Doliocystis* doit être modifiée en enlevant à l'appareil de fixation et son caractère transitoire et sa situation intracellulaire. La position du genre est elle-même ébranlée.

Doit-on, en effet, considérer l'appareil fixateur que je viens de décrire comme une épimérite ? Simple question de définition au fond. En tous cas, cet appareil est bien différent des épimérites des Grégarines intestinales

d'Arthropodes, qui ont servi de modèle pour les descriptions classiques. Et, d'autre part, il est représenté presque trait pour trait chez *Kalpidorhynchus*, dont les affinités avec *Urospora* et *Gonospora* sont indéniables ; il se retrouve intégralement dans *Lankesteria* qui, pour tout le monde, est une Monocystidée. D'ailleurs, pour les Eugrégarines d'Annélides (que j'envisage seules), en dehors de celles qui sont nettement segmentées comme *Sycia* et qui sont l'exception, la division en *Cephalina* et *Acephalina* ne correspond pas à une différence de structure comparable à l'importance d'une telle coupure. La Monocystidée cœlomique, à l'abri de tout entraînement mécanique, complètement plongée dans un liquide nutritif, perd un appareil fixateur, nourricier peut-être aussi, devenu inutile, et c'est tout. Apparemment, elle ne subit pas d'autre modification remarquable. Pour élucider l'origine des Monocystidées cœlomiques des Polychètes, *Kalpidorhynchus arenicolæ* Cunn. est très précieux. Il marque une étape démonstrative de leur évolution.

Kalpidorhynchus ressemble à *Doliocystis elongata* adulte. C'est la même forme générale, presque la même structure de l'appareil fixateur. Mais *Kalpidorhynchus* est cœlomique, le *Doliocystis* intestinal. Or, la première phase du développement de ce dernier se passe dans l'épithélium digestif de l'hôte. Le sporozoïte pénètre jusqu'au contact du sinus sanguin péri-intestinal ; un effort de plus, il tomberait dans le cœlome. Le *Doliocystis* conserve longtemps cette situation intra-épithéliale et cependant développe tout de suite un appareil de fixation qu'il n'utilisera que beaucoup plus tard. Et ainsi le passage entre les *Doliocystis* sans phase intra-épithéliale (il y en a) et les Monocystidées cœlomiques les plus modifiées (*Urospora, Gonospora*) paraît jalonné par les *Doliocystis* à développement intra-épithélial (*D. elongata*) et les formes cœlomiques à appareil de fixation (*Kalpidorhynchus*). Il y a là une raison suffisante, il me semble, pour éviter de placer dans des catégories trop différentes ces diverses Grégarines.

GÉOLOGIE. — *Recherches stratigraphiques sur le Maroc oriental.* Note de M. **Louis Gentil**.

La mission scientifique dont j'ai été chargé en 1907 m'a permis notamment de parcourir dans tous les sens la partie la plus orientale du Maghreb, c'est-à-dire les tribus marocaines qui composent l'Amalat d'Oujda.

J'ai pu, au cours de mes explorations, débrouiller un peu le complexe de

terrains primaires, secondaires et tertiaires qui prennent part à la constitution de cette région frontière et reconnaître la série stratigraphique suivante : *Silurien, Dévonien* (?), *Carbonifère, Trias, Lias, Jurassique* et *Néogène*. Je me propose dans cette Note d'appeler plus spécialement l'attention sur le Carbonifère et sur le Lias.

1° *Carbonifère.* — L'ossature de la chaîne des Beni Bou Zeggou, qui prolonge les monts de Tlemcen vers la Gada de Debdou, est constituée par une succession puissante de sédiments qui, affleurant surtout dans la haute vallée de l'Oued Isly, peut se décomposer ainsi, de la base au sommet :

a, argiles schisteuses noirâtres avec bancs de calcaires à Encrines, Polypiers, etc.;
b, alternances d'argiles schisteuses et de schistes noirs avec bancs de grès verdâtres;
c, grès brunâtres et poudingues à galets de quartz ou de roches volcaniques, intercalés de schistes noirâtres;
d, schistes à silex noirs avec lits de grès.

Toutes ces assises sont fossilifères. L'assise *a*, notamment, m'a offert, à l'Aouïja et au Guelib en Naam, les matériaux d'une riche faune qui sera étudiée ultérieurement avec tout le soin qu'elle comporte par M. E. Haug qui a bien voulu, dès à présent, me donner la série de déterminations suivantes : *Phillipsia* sp., *Glyphioceras truncatum* Phil., *Gl.* (*Goniatites*) *striatum* Sow., *Posidoniella vetusta* (Sow.), *Spirifer trigonalis* Mart., *Spirifer striatus* Mart., *Athyris Roissyi* (Lév.), *Retzia ulothrix* Kon., *Productus costatus* Sow., *Pr. pustulosus* Phil., *Pr. corrugatus* Mc Coy, nombreux Crinoïdes et Tétracoralliaires.

Cette faune représente la zone à *Goniatites striatus*, c'est-à-dire le *Viséen*. Elle montre l'extension vers le Nord, jusqu'aux abords d'Oudja, du Dinantien de la région de Béchar. Il est intéressant de faire remarquer que j'ai observé, au-dessus des couches qui la renferment, une succession concordante de près de 500^{m} de sédiments et qu'une série, peut-être aussi puissante, succède à cet ensemble dans une région que je n'ai pas encore parcourue. Ceci laisse entrevoir l'existence possible du Moscovien et peut-être même de l'Ouralien au-dessus des couches viséennes de l'Aouïja et du Guelib en Naam.

Malheureusement je n'ai pas pu observer le substratum des dépôts carbonifères qui nous occupent et qui sont recouverts, en discordance angulaire, par les calcaires liasiques. Enfin je ferai remarquer que ces terrains paléozoïques affleurent sur d'assez vastes étendues et touchent presque à la frontière, alors que nulle part, dans le Tell algérien dont la stratigraphie est aujourd'hui bien connue, la présence du Carbonifère n'a été signalée.

2° *Lias.* — Le Lias est très développé dans l'Amalat d'Oujda, dans toute

la chaîne des Beni Bou Zeggou au Sud et, au Nord, il forme, par le col du Guerbous, le prolongement vers l'Ouest des importants affleurements que j'ai étudiés en Algérie (*Thèse de doctorat*) et il prend une large part à la constitution des Beni-Snassen.

Partout il offre une succession lithologique constante et identique à celle que j'ai décrite dans le bassin de la Tafna :

a, conglomérat de base formé de couches rouges avec gros galets de quartzites siluriens et de débris de schistes primaires;
b, puissante assise de calcaires zoogènes blancs ou bleuâtres;
c, « calcaires en dalles » intercalés de lits marneux;
d, alternances de calcaires marneux et de marnes.

J'ai recueilli dans cet ensemble deux faunes bien distinctes : auprès d'Oujda, dans le Djebel el Hamra, j'ai trouvé dans le conglomérat de base *a* et à la partie tout à fait inférieure des calcaires *b*: *Amaltheus margaritatus* Montf., *Zeilleria subnumismalis* Dav., *Terebratula punctata* Sow., *Ter.* cf. *punctata* Sow., *Rhynchonella Rosenbuschi* Haas, *Rhync. curviceps* Quenst. sp., *Rhync.* cf. *Schimperi* Haas, *Ostrea* sp., *Lima* du groupe de *gigantea* Sow.

D'autre part, à Ar'bal, dans les Beni-Snassen, j'ai trouvé une belle faune de Céphalopodes, et mes premières déterminations me permettent de signaler : *Phylloceras Nilsoni* Héb., *Lytoceras dorcalis* Mgh., *Hildoceras bifrons* Brug., *Harpoceras bicarinatum* Münster in Ziet., *Grammoceras fallaciosum* Bayle et nombreuses var., *Lillia* (*Haugia*) *Bayani* Dum., *L. comensis* Buch., *Cœloceras* (*Peroniceras*) *subarmatum* Y. et B., *C. fibulatum* Sow., *C. Holandrei* d'Orb., *C. acanthopsis* d'Orb., *Aulacoceras* sp.

La faune du Djebel el Hamra caractérise la zone à *Amaltheus margaritatus* du Lias moyen, celle d'Ar'bal appartient à la zone à *Lytoceras jurense* du Lias supérieur. Ces deux faunes enserrent donc le *Domérien* et le *Toarcien* et, si l'on remarque qu'une centaine de mètres de marno-calcaires surmontent le gisement fossilifère d'Ar'bal, il est permis de penser que l'*Aalénien* est aussi représenté.

Il résulte de ce qui précède que : 1° le conglomérat de base du Djebel el Hamra et du massif des Traras, en Algérie, marque la grande *transgression mésoliasique;* 2° il faut renoncer à comprendre dans les calcaires zoogènes *b* l'ensemble du Lias inférieur et du Lias moyen comme on le fait généralement et comme je l'ai fait moi-même bien qu'avec doute (*Thèse*, p. 151). Des faunes du Lias moyen ont été signalées en plusieurs points du Tell algérien et tunisien, mais l'existence d'une faune sinémurienne à El Kantour (Constantine), d'après Coquand, n'a jamais été confirmée; en admettant que le Lias infé-

rieur existe dans l'extrême-est du Nord africain, comme il existe en Sicile, mes observations n'en montrent pas moins qu'il est absent dans l'ouest et il faut s'attendre à le voir également manquer au cœur du Maroc, dans le Rif et dans le Haut-Atlas, où les Lias moyen et supérieur sont certainement représentés, ainsi qu'il résulte de mes explorations; 3° enfin, le gisement fossilifère d'Ar'bal confirme la rareté relative des *Phylloceras* et des *Lytoceras*, que j'ai signalée à propos des Traras (*Thèse*, p. 155) et qui témoigne de dépôts de mer moins profonde que ceux de l'*Ammonitico rosso* de l'Apennin et de la Lombardie.

Je terminerai cette Note en faisant remarquer que le Callovien fossilifère dont nous avons signalé l'existence au pied du Ras Asfour à la frontière, M. Paul Lemoine et moi [1], est transgressif sur le Lias et sur les Schistes siluriens de R'ar Rouban.

GÉOLOGIE. — *Terrains primaires du Morvan et de la Loire.*
Note de M. **Albert Michel-Lévy**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans la région qui s'étend entre le nord du Morvan et les premières strates micaschisteuses et gneissiques du Lyonnais, les terrains paléozoïques, s'enfonçant dans le granite ou reposant sur cette roche éruptive de profondeur, appartiennent de bas en haut aux étages suivants :

1° *Dévonien supérieur : a. Frasnien.* — Il apparaît à Diou et Gilly sous la forme d'une lentille calcaire affleurant au niveau de la Loire et se terminant par des bancs dolomitiques. Julien y a découvert des espèces caractéristiques, notamment *Rhynchonella cuboides* Sow., *Spirifer Verneuili* Murch. Dans quelques fossiles provenant de la carrière de Diou, qui m'ont été communiqués par M. Giraud, j'ai déterminé *Phacops* cf. *fecundus* Barr. mut. *supradevonica* Frech.

b. Famennien. — Il se compose de schistes psammitiques contenant d'abord une *Beyrichia* réticulée, puis, à leur partie supérieure, la faune à Clyménies et à Cypridines que j'ai découverte aux environs de Bourbon-Lancy (*Comptes rendus*, 30 octobre 1905 et 4 février 1907). J'ai pu récemment déterminer avec assez de précision les espèces de trilobites qui s'y rencontrent; ce sont *Phacops cryptophthalmus* Emmr., *Dechenella pusilla* Gür.

---

(1) *Comptes rendus*, 1er août 1904.

Des coulées d'albitophyres et des tufs de ces mêmes roches sont interstratifiés au milieu des schistes famenniens. Ils appartiennent à la famille des Tonalases; la fumerolle en est syénitique et persodique; la scorie, magnésienne-ferrique, microcalcique. Elles contiennent en moyenne : Si, 55,6; Al, 17,1; Fe (oxydes), 7,8; Ca, 3,3; Mg, 4,3; Na, 5,4; K, 0,6; Ti, 1,2; perte, 4,7 (les analyses élémentaires ont été faites par M. Pisani).

2° *Carbonifère marin. Dinantien : a. Tournaisien.* — Il débute par des niveaux de grès à plantes et de poudingues surmontés par une assise assez importante de schistes gréseux qui se montrent fossilifères entre Saint-Seine et Avrée, à l'ouest de Luzy. Julien y a déterminé la présence de *Spirifer tornacensis* Kon., *Porcellia puzo* Lév., *Archæocidaris nerei* Münst., *Brachymetopus Duponti* Jul., etc. J'y ai découvert et déterminé deux espèces de tribolites, *Phillipsia* cf. *subtruncatula* Œhl., *Phillipsia* cf. *derbyensis* Mart. Cette faune tournaisienne paraît principalement caractérisée par la rareté des grands *Productus* et l'abondance des *Spirifer* et des Rhynchonelles. *Phillipsia derbyensis*, espèce viséenne, indique, à la partie supérieure, des termes de passage au Viséen.

Des épanchements d'orthophyres obsidienniques et perlitiques, accompagnés de tufs, sont intercalés dans le Tournaisien. Ces orthophyres sont des Liparoses à fumerolle alcalino-granitique, mégapotassique, à scorie magnésienne-ferrique, microcalcique. Composition chimique moyenne : Si, 68,3; Al, 15,2; Fe, 4,0; Ca, 0,4; Mg, 1,9; Na, 3,6; K, 4,1; Ti, 0,5; perte, 2,0.

b. Viséen. — On le trouve sous forme de bancs calcaires en lentilles discontinues intercalées dans des schistes ou dans des grès et recouverts par des poudingues à galets de calcaire et de granite. La faune étudiée par Julien s'est montrée riche en *Productus giganteus* Mart., *Pr. corrugatus* Mc Coy, *Phillipsia Eichwaldi* Fisch. J'y ai découvert dans la Loire une faune de Foraminifères (*Endothyra, Valvulina, Trochammina,* etc.), qui se présente aussi, dans le Morvan, à l'Huis Prunelle; M. Stanislas Meunier en a signalé quelques-uns à Cussy-en-Morvan.

La partie supérieure du Viséen est composée de tufs microgranulitiques, à la base desquels s'entremêlent quelques grès, schistes et poudingues avec bancs d'anthracite (Ménessaire, l'Hay).

Les éruptions de microgranulite s'intercalent dans les tufs microgranulitiques et continuent après eux.

Les tufs microgranulitiques appartiennent à la famille des Toscanoses; la fumerolle de leur magma est alcalinogranitique, mégapotassique; la scorie

magnésienne-ferrique, microcalcique. Leur analyse moyenne donne : Si, 64,7; Al, 16,8; Fe, 4,3; Ca, 2,0; Mg, 2,4; Na, 2,9; K, 4,5, Ti, 0,7; perte, 1,7.

Les microgranulites appartiennent comme leurs tufs aux Toscanoses; le magma a une fumerolle alcalinogranitique, mégapotassique et une scorie magnésienne, mésocalcique. Analyse : Si, 69,5; Al, 14,8, Fe, 2,3; Ca, 1,9; Mg, 1,6; Na, 4,0; K, 4,9; Ti, 0,3; Apatite, 0,2; perte, 0,4.

Nous rappellerons que le Stéphanien, l'Autunien et le Saxonien se sont déposés dans des synclinaux parallèles aux axes directeurs hercyniens, postérieurs aux plus grands plissements hercyniens.

Leurs poudingues contiennent des galets de toutes les roches précédentes et, en outre, des porphyres pétrosiliceux qui apparaissent notamment à la partie supérieure des microgranulites, à Montreuilhon, dans le Morvan. Sur les bords du bassin d'Autun, on trouve en outre des coulées et des dômes de roches lamprophyriques d'apparence basaltique dont les filons de profondeur sont constitués par des orthophyres et des porphyrites micacées.

Les porphyres pétrosiliceux appartiennent aux Alaskoses; la fumerolle de leur magma est granitodioritique, mégapotassique, la scorie magnésienne, microcalcique. La moyenne des porphyres pétrosiliceux de Montreuilhon donne : Si, 75,3; Al, 12,7; Fe, 1,5; Ca, 0,1; Mg, 1,6; Na, 2,8; K, 5,0; Ti, 0,5; perte, 0,5.

Les lamprophyres sont des Andazes (variété Shoshonose); la fumerolle est alcalinogranitique, mégapotassique, la scorie magnésienne, mésocalcique. Moyenne de 5 analyses : Si, 52,2; Al, 15,4; Fe, 6,3; Ca, 4,6; Mg, 6,8; Na, 1,9; K, 4,3; perte, 7,0.

Le métamorphisme, dû au granite, envahit localement toutes les formations jusqu'au sommet du Tournaisien. On a vu qu'à la suite des premières émersions des galets de granite se sont déposés dans les poudingues du Viséen.

GÉOLOGIE. — *Sur l'extension des dépressions oligocènes dans une partie du Massif central et sur leur rôle au point de vue hydrologique.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

On sait que la Limagne est la principale région oligocène du Massif central. Elle commença à s'esquisser sous forme d'un long fjord méditer-

ranéen, au début de l'Oligocène, au moment où le *Massif central* n'était qu'un *Plateau central*.

A l'époque stampienne, le synclinal lémanéen était complètement formé. Il communiquait, alors, au moins durant cette époque, avec les lacs du Cantal, sur l'emplacement de la vallée de l'Alagnon et avec le bassin


Fig. 1.



Essai de reconstitution de l'extension des formations oligocènes dans une partie du Massif central.

d'Ambert, sur l'emplacement de la vallée de la Dore. Des études récentes me permettent de croire à une extension plus générale des formations oligocènes, qui couvrirent une notable partie du département du Puy-de-Dôme (plus de la moitié).

Notons d'abord que toute la partie septentrionale du Livradois, jusque vers la latitude de Sauxillanges, fut complètement recouverte par les dépôts oligocènes, dont on trouve des lambeaux surélevés à 800^m d'altitude.

D'autre part, la dépression oligocène (Lecoq et Michel Lévy), située sur le versant nord du Massif du Mont-Dore, paraît avoir communiqué momentanément avec celle de la Limagne et aussi avec les deux dépressions

suivantes que j'ai pu délimiter et où Lecoq avait signalé plusieurs lambeaux, ce sont :

1° *La dépression des vallées de la Miouse et de la Sioule,* jalonnée par des dislocations hercyniennes et des éruptions volcaniques et qui s'étendait dans une direction NNE, depuis Henne-l'Église, Pontgibaud, Manzat (Puy-de-Dôme), jusqu'à Ebreuil (Allier).

Elle est indiquée par des lambeaux d'argiles sableuses et de sables conservés sous des coulées de lave de volcans miocènes. La Sioule, qui avait suivi d'abord presque en ligne droite cette dépression de 50^{km}, fut plus tard rejetée en partie à l'Ouest pour des raisons que nous examinerons ailleurs.

2° La seconde dépression oligocène, plus considérable comme superficie et comme puissance de dépôts, *longeait la grande dislocation houillère du Massif central* et était sensiblement parallèle à celle de la Sioule.

Tout le territoire qui s'étend le long de cette bande au nord de Pontaumur, et au sud, vers le Puy-Saint-Gulmier, Herment, Bourg-Lastic (Puy-de-Dôme), jusqu'à Bort (Corrèze), Champagnac et Mauriac (Cantal), fut transformé à l'Oligocène, en un synclinal atteignant plus de 10^{km} de large, *superposé à l'ancien chenal houiller, qui renaissait ainsi sous une autre forme.* Dans cette dépression longue de plus de 100^{km} et se rattachant au bassin d'Aurillac, par Bort (Boule), s'accumulèrent des dépôts assez puissants (de 40^{m} à 100^{m}) de poudingues, de sables et d'argiles variées.

L'érosion a de nouveau déblayé, en grande partie, ce long couloir drainé sur plus de 100^{km} par le Sioulet, la Dordogne et leurs affluents, et l'on ne trouve plus, de loin en loin, que des lambeaux épars, préservés par des tables de basalte ou de phonolite, qui témoignent de leur ancienne extension.

Les diverses dépressions que nous venons d'examiner n'ont fait que s'accentuer, depuis l'Oligocène, sous l'influence de l'érosion et des tassements du sol.

Mais elles ont joué et jouent encore un rôle primordial au point de vue hydrographique, car elles ont été parcourues, *depuis le début de Miocène,* par des cours d'eau (Allier, Sioule, Miouse, Dore, Alagnon, etc.), qui ont affouillé et entraîné peu à peu les dépôts oligocènes, et attaqué souvent le substratum cristallin sur lequel ils reposent.

L'ancienneté de ce réseau hydrographique remonterait donc au début de la seconde moitié de l'ère tertiaire.

HYDROLOGIE. — *Nouvelles recherches sur les gaz rares des eaux thermales. Débits gazeux de quelques sources.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Robert Biquard**, présentée par M. Armand Gautier.

Par un travail d'ensemble portant sur un grand nombre de sources appartenant à diverses régions de la France et de l'étranger, l'un de nous a établi, au cours de ces dernières années, la présence générale de l'argon et de l'hélium dans les sources thermales (Ch. Moureu, *Comptes rendus,* 1895, 1902, 1904, 1906). Tout dernièrement nous avons démontré que le néon se trouvait également dans la généralité des sources et nous avons en outre, dans plus de trente cas, déterminé les proportions respectives d'argon et d'hélium (Ch. Moureu et R. Biquard, *Comptes rendus,* 1906).

Ces expériences, qui ont toutes été exécutées sur les mélanges gazeux qui se dégagent spontanément au griffon des sources, ont montré que les proportions de gaz rares, et plus particulièrement d'hélium, pouvaient être quelquefois relativement élevées. C'est ainsi que le gaz de la Source Romaine, à Maizières (Côte-d'Or), ne contient pas moins de 5,34 pour 100 de son volume d'hélium (1).

Il nous a paru intéressant de chercher à savoir quelle pouvait être la quantité de gaz rares, et spécialement d'hélium, fournie par cette curieuse source durant un laps de temps donné. Un facteur essentiel de l'évaluation est le débit gazeux total; nous l'avons mesuré directement au griffon. Le résultat obtenu, rapproché de la composition centésimale du gaz brut antérieurement fixée, a donné immédiatement, par un calcul simple, le débit en gaz rares et hélium. Pour avoir des termes de comparaison, les mêmes mesures ont été effectuées dans quelques autres stations.

Nous avons souvent trouvé des débits gazeux irréguliers. Ils dépendent de diverses circonstances; il nous a paru qu'ils étaient surtout affectés par les variations de la pression barométrique.

Les chiffres que nous donnons, dans le Tableau comparatif ci-après, sont

(1) Dans le même ordre d'idées, MM. Hamilton, P. Cady et F. Mc. Farland ont annoncé tout dernièrement avoir caractérisé et dosé l'hélium dans une série de mélanges gazeux, en général riches en gaz combustibles, qui provenaient de divers puits à pétrole des États-Unis. La proportion la plus forte d'hélium qu'ils aient rencontrée est de 1,84 pour 100 (*Journ. of chem. Soc.,* t. XXIX, novembre 1907, p. 1523).

les moyennes des résultats d'expériences ayant duré, en général, plusieurs heures, et qui ont parfois même été répétées à différentes époques de l'année. Les débits en gaz rares et hélium pour une année figurent, exprimés en litres, à côté des débits gazeux totaux.

	Débit gazeux total par an (en litres).	Gaz rares (en bloc). Proportion pour 100.	Gaz rares (en bloc). Débit annuel (en litres).	Hélium. Proportion pour 100.	Hélium. Débit annuel (en litres)
Plombières (Vosges). Source Vauquelin	17520	2,03	356	0,258	45
Plombières (Vosges). Source n° 3	14381	1,78	256	0,292	42
Bains-les-Bains (Source Savonneuse) (Vosges)	4891	1,24	61	0,198	9,7
Luxeuil (Haute-Saône). Source Grand Bain	36354	2,11	767	0,77	280
Luxeuil (Haute-Saône). Source Bain-des-Dames	22995	2,09	480	0,87	200
Maizières (Source Romaine) (Côte-d'Or)	18250	6,39	1166	5,34	974
Bourbon-Lancy (Source du Lymbe) (Saône-et-L^re).	547500	3,04	16644	1,84	10074
Ax (Source Viguerie) (Ariège) (1)	560640	1,55	8760	0,097	543
Eaux-Bonnes (Source Vieille) (Basses-Pyrénées).	10950	1,80	197	0,613	67

Comme on le voit, les diverses sources peuvent avoir, tant en gaz rares qu'en gaz totaux, des débits extrêmement différents. On voit aussi que la source de Maizières, quoique possédant la plus forte teneur centésimale en gaz rares et spécialement en hélium, est loin d'être la première pour la richesse véritable. La plus riche, sous ce rapport, et de beaucoup, est la source du Lymbe, à Bourbon-Lancy : elle débite annuellement plus de 16000^{l} de gaz rares, et l'hélium y entre pour une proportion supérieure à 10000^{l}. La source du Lymbe nous apparaît ainsi comme une véritable mine d'hélium.

D'autres sources, curieuses au même point de vue, et peut-être plus riches encore, seront sans doute signalées dans l'avenir. Mais, d'ores et déjà, il est acquis que les sources thermales déversent perpétuellement des quantités considérables de gaz rares dans l'atmosphère. On sait, d'autre part, que celle-ci reçoit, en outre, d'une manière continue et par les mêmes voies, des émanations radioactives, comme l'ont montré les premiers Pierre Curie et M. Laborde (*Comptes rendus,* mai 1904).

On se procurait jusqu'ici l'hélium en calcinant certains minéraux (clévéite, fergusonite, thorianite, etc.). et Sir W. Ramsay a montré que le rendement était particulièrement élevé dans le cas de la thorianite. Nous pensons toutefois que l'hélium peut être retiré avec avantage de certaines sources thermales. Si l'emploi de ce gaz, pour des recherches scientifiques ou pour tous autres usages, venait à se répandre, les sources constitueraient une réserve d'autant plus précieuse qu'elle est inépuisable et que l'hélium, avec les autres gaz, s'en dégage constamment en pure perte dans l'atmosphère.

---

(1) Le débit de cette source a été mesuré, en août dernier, par M. Paul Sabatier, à qui nous adressons tous nos remercîments.

Nous n'avons pas réussi jusqu'à présent à préparer l'hélium des sources d'eaux minérales à l'état *rigoureusement* pur. L'emploi du charbon refroidi (Sir James Dewar), même à la température de l'air liquide bouillant sous pression réduite, ne nous a pas permis de le priver entièrement de néon dont quelques raies spectrales persistent toujours plus ou moins dans l'hélium séparé. Toutefois il semble bien que l'impureté *néon* n'y subsiste que dans une proportion infime et absolument négligeable. M. Bouty en effet, en comparant la cohésion diélectrique de l'hélium de Bourbon-Lancy à l'hélium de la clévéite, a trouvé des chiffres identiques pour les deux échantillons (*Comptes rendus,* 22 juillet 1907).

Nous ne saurions terminer cette Note sans faire remarquer l'étroite connexité qui existe entre les résultats généraux de nos recherches sur les gaz rares des eaux thermales, toutes plus ou moins radioactives, et les récentes et sensationnelles expériences de Sir W. Ramsay et M. Cameron sur les propriétés chimiques de l'émanation du radium (*Chem. Soc.,* octobre 1907). Nous savions déjà, par les travaux de Sir W. Ramsay et Soddy, que l'émanation fournit de l'hélium par sa destruction graduelle. D'après les recherches récentes, abandonnée au contact de l'eau, elle donnerait du néon et, en agissant sur des solutions contenant du cuivre, elle engendrerait de l'argon, en même temps qu'on verrait apparaître le lithium! Laissant de côté l'importance de ces faits en eux-mêmes, nous pensons que, rapprochés de nos résultats généraux d'une part et des recherches de M. Armand Gautier sur les gaz des roches ignées (*Bull. Soc. chim.,* 3ᵉ série, t. XXV, 1901, p. 403) et de Sir H. Strutt sur le même sujet (*Proceed. Roy. Soc.,* série A, t. LXXIX, 1907, p. 436) d'autre part, ils permettront aux géologues et aux hydrologues d'expliquer assez simplement la présence générale, établie par nos expériences, de l'argon, de l'hélium et du néon dans les sources thermales.

M. L. **Delanoy** adresse une Note intitulée : *Lampe mixte, à deux températures, à vapeurs de mercure et oxydes de terres rares.*

M. **d'Astek** et M. **Pierre Gili** adressent une Note intitulée : *Une nouvelle espèce de nitrificateur.*

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 février 1908.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les Secrétaires perpétuels; t. CXLIV, janvier-juin 1907. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-4°.

Notice sur la vie et les travaux de Marcel Bertrand, par W. Kilian et J. Révil. Grenoble, Allier frères, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout, effectuées à l'Institut Pasteur de Lille et à la station expérimentale de la Madeleine, par le Dr A. Calmette, Correspondant de l'Institut; t. III. Paris, Masson et Cie, 1908, 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annuaire de la Fondation Thiers, 1908, nouvelle série. Issoudun, imp. Gaignault, 1908; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; t. XX, n° 230, livraison du 15 février 1908. Paris, Librairie générale de l'Enseignement; 1 fasc. in-8°.

Electrométallurgie : voie humide et voie sèche, phénomènes électrothermiques, par Ad. Minet; 2e édition entièrement refondue. Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie, s. d.; 1 vol. in-12.

Annales du Musée colonial de Marseille, publiées par M. le Dr Edouard Heckel; 15e année, 2e série, t. V, 1907. Marseille, Musée colonial, 1907; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de Médecine légale de France; 39e année, 2e série, t. IV. Paris, A. Maloine, 1907; 1 vol. in-8°.

Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx; t. XXXIV, n° 1, janvier 1908. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié par MM. Hitier et Toulon; 107e année, t. CX, janvier 1908, n° 1. Paris; 1 fasc. in-4°.

Observations de l'éclipse totale de Soleil du 29-30 *août* 1905, avec 4 planches. *Rapport de la Mission astronomique et météorologique de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg,* par M. N. Donitch, en collaboration avec M. L. Ocoulitch et le Baron E. von der Pahlen. Saint-Pétersbourg, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Determinazione (1906) *della latitudine della torre della R. Universita di Pavia,* Nota del Dr Adolfo Viterbi. (*Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera in Milano,* n° XLIV.) Milan, 1907; 1 fasc. in-4°.